

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології**  
**Кафедра геоматики, землеустрою та планування територій**

Кваліфікаційна робота  
на здобуття ступеня вищої освіти бакалавр

на тему:

**ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ПІД ЧАС РОЗРОБКИ ПРОЄКТІВ ЗЕМЛЕУСТРОЮ**

Виконав: здобувач вищої освіти  
за освітньо-професійною програмою  
*Геодезія та землеустрій*  
спеціальності *193 Геодезія та землеустрій*  
ступеня вищої освіти *бакалавр*  
денної форми навчання  
НОВІКОВ Тимофій Тимофійович

Керівник: к.н. з держ. упр., доц. ЧУВПИЛО В. В.  
Рецензент: к.т.н., доц. БІДА С. В.

Полтава – 2025 р.

## РЕФЕРАТ

Основна частина кваліфікаційної роботи виконана на 55 сторінках тексту, відображена у 7 таблицях та 10 рисунках.

Робота складається із вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 37 найменувань.

**Об'єкт дослідження** – процес геодезичних вимірювань у системі землеустрою, що забезпечує створення просторової основи для проєктування та реалізації землевпорядної документації.

**Предмет дослідження** – технічні та нормативні аспекти виконання інженерно-геодезичних робіт при розробці проєктів землеустрою, зокрема методологія збору, обробки та аналізу просторових даних із використанням сучасних геодезичних технологій.

**Актуальність теми.** Геодезичні роботи є обов'язковим етапом під час розробки проєктів землеустрою, оскільки забезпечують просторову точність, достовірність координат і топографічну прив'язку об'єктів на місцевості. У зв'язку з реформою земельних відносин, впровадженням відкритих кадастрових даних, децентралізацією та зростанням значення територіального планування, роль геодезичного забезпечення землеустрою суттєво зростає. Зокрема, при формуванні нових або уточненні існуючих меж земельних ділянок, поділі, об'єднанні, інвентаризації чи наданні у власність або користування земельних ділянок необхідне якісне геодезичне опрацювання з урахуванням сучасних технологій. Геодезія стає невід'ємною частиною системи управління земельними ресурсами, оскільки забезпечує точність просторових рішень та правову визначеність у сфері землекористування.

У контексті повоєнної відбудови України геодезичні роботи в системі землеустрою набувають особливого значення. Територіальні громади потребують точних просторових даних для розміщення інфраструктурних об'єктів, відновлення зруйнованих територій, визначення меж земель державної, комунальної та приватної власності, а також реалізації прав громадян на землю. Зокрема, відновлення житлового фонду, транспортної мережі, інженерних комунікацій та об'єктів соціальної інфраструктури потребує точного визначення просторових параметрів, що базується на результатах геодезичних вишукувань. Крім того, точні геодані є основою для інтеграції в геоінформаційні системи управління територіями, розробки детальних планів територій та здійснення містобудівного моніторингу. Своєчасне і якісне геодезичне забезпечення дозволяє підвищити ефективність землекористування, уникнути правових конфліктів щодо меж земельних ділянок та забезпечити належний рівень просторового управління в умовах відновлення держави.

**Мета кваліфікаційної роботи магістра** – здійснити комплексний аналіз геодезичних робіт, що супроводжують процес розробки проєктів землеустрою, на основі вивчення нормативної бази, методів вимірювання, технічних засобів та практичного прикладу виконання інженерно-геодезичних вишукувань для детального плану території.

Практичне значення цієї роботи полягає в узагальненні сучасних підходів до виконання інженерно-геодезичних робіт у проєктах землеустрою із використанням практичного прикладу та аналізом точності результатів у контексті вимог чинного законодавства. Практичне значення дослідження також полягає у формуванні методичних рекомендацій щодо підвищення ефективності геодезичного забезпечення землеустрою, що може бути використано в діяльності землевпорядних та геодезичних організацій, органів місцевого самоврядування, а також при підготовці фахівців відповідного профілю.

Перший розділ «Теоретичні та нормативні основи геодезичних робіт у землеустрої» присвячено аналізу базових понять, законодавчих вимог та науково-методичних підходів, які визначають засади виконання геодезичних вимірювань у сфері землеустрою.

Другий розділ «Порядок виконання геодезичних робіт у землеустрої» спрямований на розкриття організаційно-технологічного аспекту виконання геодезичних вишукувань. У ньому проаналізовано основні етапи виконання топографо-геодезичних робіт, включаючи методи збору даних, використання сучасного вимірювального обладнання – таких як GNSS-приймачі, тахеометри, лазерні сканери – а також спеціалізованого програмного забезпечення, що забезпечує камеральну обробку результатів.

Третій розділ «Практичне застосування геодезичних робіт у проєктах землеустрою» присвячений демонстрації застосування отриманих теоретичних знань на прикладі виконання інженерно-геодезичних вишукувань у рамках проєкту землеустрою. У цьому розділі подано загальну характеристику території дослідження щодо відведення земельної ділянки для городництва на території Решетилівської ТГ Полтавського району Полтавської області, – а також послідовність виконання польових і камеральних робіт. Описано особливості створення знімальної геодезичної основи, збір топографічної інформації та обробку результатів у програмному середовищі. Окремо проаналізовано оформлення результатів геодезичних вишукувань, які стали основою для подальшої розробки проєкту землеустрою.

Рекомендації щодо використання результатів роботи – використання у роботі підприємств, установ та організацій, що здійснюють діяльність у сфері землеустрою.

Сфера застосування результатів роботи – землевпорядні організації.

Результат перевірки тексту на плагіат за допомогою сервісу Turnitin: унікальність тексту – 93 %.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП .....</b>	<b>2</b>
<b>РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА НОРМАТИВНІ ОСНОВИ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ У ЗЕМЛЕУСТРОЇ .....</b>	<b>8</b>
1.1. Просторові системи координат у землеустрої.....	8
1.2. Вихідна геодезична основа для проектів землеустрою .....	10
1.3. Використання картографічних матеріалів у землеустрої.....	13
Висновки до першого розділу .....	16
<b>РОЗДІЛ 2. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ У ЗЕМЛЕУСТРОЇ .....</b>	<b>18</b>
2.1. Технології виконання геодезичних робіт при землеустрої .....	18
2.2. Використання сучасних геодезичних приладів і програмного забезпечення .....	20
2.3. Аналіз точності та ефективності геодезичних вимірювань.....	29
Висновки до другого розділу .....	34
<b>РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ У ПРОЕКТАХ ЗЕМЛЕУСТРОЮ .....</b>	<b>36</b>
3.1. Загальна характеристика території дослідження .....	36
3.2. Виконання геодезичних вишукувань для проектів землеустрою та їх камеральна обробка .....	39
Висновки до третього розділу .....	46
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>49</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>52</b>

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** Геодезичні роботи є обов'язковим етапом під час розробки проєктів землеустрою, оскільки забезпечують просторову точність, достовірність координат і топографічну прив'язку об'єктів на місцевості. У зв'язку з реформою земельних відносин, впровадженням відкритих кадастрових даних, децентралізацією та зростанням значення територіального планування, роль геодезичного забезпечення землеустрою суттєво зростає. Зокрема, при формуванні нових або уточненні існуючих меж земельних ділянок, поділі, об'єднанні, інвентаризації чи наданні у власність або користування земельних ділянок необхідне якісне геодезичне опрацювання з урахуванням сучасних технологій. Геодезія стає невід'ємною частиною системи управління земельними ресурсами, оскільки забезпечує точність просторових рішень та правову визначеність у сфері землекористування.

У контексті повоєнної відбудови України геодезичні роботи в системі землеустрою набувають особливого значення. Територіальні громади потребують точних просторових даних для розміщення інфраструктурних об'єктів, відновлення зруйнованих територій, визначення меж земель державної, комунальної та приватної власності, а також реалізації прав громадян на землю. Зокрема, відновлення житлового фонду, транспортної мережі, інженерних комунікацій та об'єктів соціальної інфраструктури потребує точного визначення просторових параметрів, що базується на результатах геодезичних вишукувань. Крім того, точні геодані є основою для інтеграції в геоінформаційні системи управління територіями, розробки детальних планів територій та здійснення містобудівного моніторингу. Своєчасне і якісне геодезичне забезпечення дозволяє підвищити ефективність землекористування, уникнути правових конфліктів щодо меж земельних ділянок та забезпечити належний рівень просторового управління в умовах відновлення держави.

Питання геодезичного забезпечення землеустрою знайшли широке відображення в наукових працях вітчизняних фахівців у галузі геодезії, кадастру, картографії та землевпорядного проєктування. Джерельна база дипломної роботи

ґрунтується на нормативно-правових актах України, наукових публікаціях, підручниках, навчальних та методичних посібниках, а також сучасних дослідженнях, що розкривають теоретичні та прикладні аспекти геодезичного забезпечення землеустрою. Питання топографо-геодезичного супроводу проєктування землевпорядних робіт знайшли широке висвітлення у працях провідних фахівців у галузі геодезії, кадастру, картографії та інженерного забезпечення територій. Зокрема, у працях Ю. О. Карпінського, А. М. Третяка, І. П. Купріяничка, Є. В. Бутенка, обґрунтовано методологічні засади виконання геодезичних знімачь, побудови опорних мереж, впровадження GNSS-технологій, ГІС-засобів, а також програмного забезпечення для створення якісної просторової інформації у проєктах землеустрою.

Окрему групу джерел становлять законодавчі акти, що регулюють правові основи проведення геодезичних і землевпорядних робіт, зокрема Закони України «Про землеустрій» [1], «Про державний земельний кадастр» [2], «Про оцінку земель» [4], «Про державну експертизу землевпорядної документації» [5], а також нормативно-методичні документи Міністерства аграрної політики та продовольства України [6, 7] й Держгеокадастру щодо використання державної геодезичної референцної системи координат, технічних вимог до геопросторових даних і стандартів їх ведення.

Суттєвий внесок у формування теоретичної основи дослідження становлять підручники та навчальні посібники, зокрема роботи М. М. Ільєнка, З. О. Котика [22, 23], М. С. Богіри [10], А. Й. Вівата [13], В. О. Борового [11], де системно висвітлено методику інженерно-геодезичних досліджень, особливості точності вимірювань, а також порядок ведення камеральної обробки результатів знімачь. Посібники «Геодезичні роботи у землеустрої», «Практикум з геодезичних робіт у землеустрої» та інші мають прикладне значення для підготовки майбутніх фахівців і розроблення практичних рекомендацій.

Сучасні тенденції у геодезичному забезпеченні землеустрою охоплюють активне впровадження цифрових технологій, таких як електронні тахеометри, GNSS-приймачі, лазерне сканування, БПЛА, мобільні ГІС-рішення, а також

спеціалізоване програмне забезпечення (AutoCAD Civil 3D, Trimble Business Center, ArcGIS), що дозволяє підвищити точність, автоматизувати обробку даних і забезпечити інтеграцію геопросторової інформації у систему державного кадастру. У працях сучасних авторів, зокрема Г. Т. Домашенко [17], М. В. Трегуба [30], О. Є. Толчевської [29], висвітлено перспективи використання дистанційного зондування, формування цифрових моделей місцевості, впровадження ВІМ-технологій, що сприяють формуванню інноваційної інфраструктури управління територіями.

**Об'єкт дослідження** – процес геодезичних вимірювань у системі землеустрою, що забезпечує створення просторової основи для проєктування та реалізації землевпорядної документації.

**Предмет дослідження** – технічні та нормативні аспекти виконання інженерно-геодезичних робіт при розробці проєктів землеустрою, зокрема методологія збору, обробки та аналізу просторових даних із використанням сучасних геодезичних технологій.

**Мета дослідження** – здійснити комплексний аналіз геодезичних робіт, що супроводжують процес розробки проєктів землеустрою, на основі вивчення нормативної бази, методів вимірювання, технічних засобів та практичного прикладу виконання інженерно-геодезичних вишукувань для детального плану території.

Виходячи із мети роботи було визначено такі **завдання**:

1. Дослідити теоретичні основи та нормативно-правове регулювання геодезичних робіт у сфері землеустрою, з урахуванням просторових систем координат, вимог до вихідної геодезичної основи та використання картографічних матеріалів.
2. Проаналізувати порядок виконання інженерно-геодезичних робіт у землеустрої, методи збору польової інформації, застосування сучасного обладнання та програмного забезпечення, а також оцінити точність отриманих результатів.
3. Розглянути практичне застосування геодезичних вимірювань при розробці

проєкту землеустрою щодо відведення земельної ділянки для городництва у с. Колотії на території Решетилівської ТГ Полтавського району Полтавської області.

**Вихідні дані дослідження.** Основою аналізу є проєкту землеустрою щодо відведення земельної ділянки для городництва у с. Колотії на території Решетилівської ТГ Полтавського району Полтавської області. Технічна документація була розроблена ФОП Голуб Ірина Анатоліївна. Документація включає графічні матеріали, результати геодезичних вишукувань, координатні таблиці, проєктні креслення, а також текстову частину з обґрунтуванням прийнятих рішень. Додатковими джерелами є чинне законодавство України у сфері землеустрою й геодезії, нормативні документи, відкриті геоінформаційні ресурси, наукові публікації з теми землевпорядного проєктування та документації із землеустрою.

**Методи дослідження.** У роботі використано комплекс методів, що дозволили здійснити науковий аналіз геодезичного забезпечення проєкту землеустрою на основі вивчення вже розробленої та затвердженої містобудівної документації. Аналіз нормативно-правової бази – застосовано для дослідження законодавчих та нормативних документів, що регулюють порядок виконання інженерно-геодезичних вишукувань у сфері землеустрою. Метод експертного оцінювання – використано для аналізу відповідності наданої технічної документації вимогам чинних нормативів, державних стандартів та інструкцій. Порівняльно-аналітичний метод – застосовано для співставлення наявних геодезичних рішень у документації з альтернативними підходами, з метою виявлення переваг та недоліків. Графоаналітичний метод – використано при аналізі графічних матеріалів (топографічних планів, схем, креслень) із метою оцінки якості просторового відображення території та точності її геометричного моделювання. Метод візуалізації даних – використано для побудови схем та ілюстрацій на основі наданих картографічних матеріалів. Системний підхід – дозволив розглядати геодезичне забезпечення як складову інтегрованої системи землеустрою, що включає взаємопов’язані нормативні, технічні, просторові та

правові елементи. Метод обґрунтування пропозицій – використано для формування практичних рекомендацій щодо удосконалення геодезичного забезпечення в подібних проєктах.

**Наукова новизна роботи** полягає в узагальненні сучасних підходів до виконання інженерно-геодезичних робіт у проєктах землеустрою із використанням практичного прикладу та аналізом точності результатів у контексті вимог чинного законодавства.

**Практичне значення дослідження** полягає у формуванні методичних рекомендацій щодо підвищення ефективності геодезичного забезпечення землеустрою, що може бути використано в діяльності землевпорядних та геодезичних організацій, органів місцевого самоврядування, а також при підготовці фахівців відповідного профілю.

**Структура роботи.** Дипломна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

Перший розділ «Теоретичні та нормативні основи геодезичних робіт у землеустрої» присвячено аналізу базових понять, законодавчих вимог та науково-методичних підходів, які визначають засади виконання геодезичних вимірювань у сфері землеустрою. У цьому розділі розглядаються особливості застосування просторових систем координат, що забезпечують єдність просторових даних, характеристика вихідної геодезичної основи як основи для точного відображення об'єктів у проєктній документації, а також роль картографічних матеріалів у процесі підготовки землевпорядних проєктів. Розділ формує теоретичне підґрунтя для подальшого розгляду практичних аспектів виконання геодезичних робіт.

Другий розділ «Порядок виконання геодезичних робіт у землеустрої» спрямований на розкриття організаційно-технологічного аспекту виконання геодезичних вишукувань. У ньому проаналізовано основні етапи виконання топографо-геодезичних робіт, включаючи методи збору даних, використання сучасного вимірювального обладнання – таких як GNSS-приймачі, тахеометри, лазерні сканери – а також спеціалізованого програмного забезпечення, що

забезпечує камеральну обробку результатів. Окрему увагу приділено питанням оцінки точності геодезичних вимірювань, що є критично важливими для прийняття правомірних і просторово обґрунтованих управлінських рішень у сфері землекористування.

Третій розділ «Практичне застосування геодезичних робіт у проєктах землеустрою» присвячений демонстрації застосування отриманих теоретичних знань на прикладі виконання інженерно-геодезичних вишукувань у рамках проєкту землеустрою. У цьому розділі подано загальну характеристику території дослідження щодо відведення земельної ділянки для городництва у с. Колотії на території Решетилівської ТГ Полтавського району Полтавської області, – а також послідовність виконання польових і камеральних робіт. Описано особливості створення знімальної геодезичної основи, збір топографічної інформації та обробку результатів у програмному середовищі. Окремо проаналізовано оформлення результатів геодезичних вишукувань, які стали основою для подальшої розробки проєкту землеустрою.

## РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА НОРМАТИВНІ ОСНОВИ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ У ЗЕМЛЕУСТРОЇ

### 1.1. Просторові системи координат у землеустрої

Державна геодезична мережа (ДГМ) України є основою для проведення топографічних знімків у всіх масштабах і забезпечує єдину систему координат на території країни. Вона має відповідати вимогам безпеки, оборони та економіки, а також служить фундаментом для гарантування прав власності, зокрема на землю. Для цього необхідно створити систему геодезичних пунктів з координатами, визначеними в єдиній системі для всієї держави.

Система координат 1942 року (СК-42) є плоскою прямокутною системою, що використовує проєкцію Гавсса-Крюгера і була активно застосована з середини XIX століття до 60-х років XX століття. Вона була розроблена за допомогою полігонометрії, триангуляції та трилатерації на основі астрономічних спостережень. Параметри цієї системи такі: центр еліпсоїда Красовського збігається з початком координатної системи; референц-еліпсоїд Красовського має параметри:  $a = 6378,1$  км,  $f = 1/298,3$ ; висота геоїда в Пулково над референц-еліпсоїдом дорівнює нулю.

Система координат 1963 року (СК-63), що є похідною від СК-42, була запроваджена в 60-х роках XX століття, але була скасована після постанови ЦК КПРС. Ця система базується на зонах проєкції Гавсса-Крюгера і має математичне обґрунтування, схоже на СК-42, але з деякими змінами в побудові номенклатурного ряду карт масштабу 1:100000. Висоти визначаються за Балтійською системою висот. Застосування сучасних ГНСС для визначення координат у цій системі потребує корекцій, оскільки результати вимірювань мають бути спотворені [16].

Невідповідність геодезичної мережі є одним з основних недоліків систем СК-42 і СК-63, що підтверджено багатьма дослідженнями. Наразі офіційною системою координат в Україні є УСК-2000, введення якої вимагало значних зусиль та часу. Перше законодавче закріплення цієї системи відбулося в 2004 році через постанову № 1259, а наказ № 509 від 2016 року затвердив порядок її

використання при землеустрої.

Система координат УСК-2000 повністю інтегрована з міжнародною загальноземною референчною системою координат ITRS/ITRF2000 на 2005 рік, і висоти визначаються в Балтійській системі висот. В Україні також існують місцеві системи координат, кожна з яких підключена до УСК-2000 і має свою специфікацію, яку можна знайти в паспорті місцевої системи координат.

Перетворення координат може включати операції координатного перетворення та трансформування. Перетворення координат відбувається за допомогою математичних методів, таких як метод Гельмерта або афінне перетворення, залежно від типу спотворень та точності вимірювань [9].

Таблиця 1.1.

Характеристика просторових систем координат у землеустрої [складено автором]

Розділ	Параметр	Характеристика / Опис
<b>1. Державна геодезична мережа України</b>	Призначення	Базова основа для топографічних зніманих усіх масштабів
	Завдання	Забезпечення єдності координат, підтримка безпеки, господарських потреб і прав власності
	Вимога	Єдина система координат на території держави
<b>2. Системи координат СК-42 та СК-63</b>	СК-42	Плоска прямокутна система координат, проєкція Гаусса-Крюгера; побудована на основі триангуляції, трилатерації, астрономічних спостережень
	Параметри СК-42	Еліпсоїд Красовського: $a = 6378,1$ км, $f = 1/298,3$ ; висота геоїда в Пулкові = 0
	СК-63	Похідна від СК-42, умовна система; використовує $3^\circ$ зони, не є референчною
	Недоліки	Неоднорідність, застарілість, непрактичність підтвержені дослідженнями
<b>3. Система координат УСК-2000</b>	Статус	Офіційна система координат України
	Впровадження	Постанова КМУ №1259 від 22.09.2004, Наказ №509 від 02.12.2016
	Узгодженість	Відповідає ITRS/ITRF2000 (епоха 2005 р.)
	Висотна система	Балтійська 1977 року, нуль – Кронштадт
	Референц-еліпсоїд	Красовського: $a = 6378245$ м, $f = 1/298,3$
	Координати	X, Y, Z (просторові); x, y (плоскі); L, B, H (геодезичні)
<b>4. Місцеві системи координат (МСК)</b>	Призначення	Прив'язка до УСК-2000 у межах областей, АР Крим, м. Київ, м. Севастополь
	Паспорт МСК	Технічні характеристики МСК; опубліковані на

Розділ	Параметр	Характеристика / Опис
		сайті ДГМ України
<b>5. Координатні операції</b>	Координатна операція	Перехід між двома системами координат
	Перетворення (conversion)	Між координатами однієї дати; неемпіричні параметри
	Трансформування (transformation)	Між координатами різних дат; параметри встановлюються емпірично
<b>6. Методи перетворення координат</b>	Метод Гельмерта	Конформне перетворення: зберігає кути, однакові масштаби
	Афінне перетворення	Масштаби по осях можуть відрізнятись, форма спотворюється
	Проективне перетворення	Застосовується для знімків або сканів – нелінійне
	Поліном 2-го / 3-го ступеня	Нелінійне перетворення просторових фігур
	Сплайн-перетворення	Локальне згладжування, висока гнучкість
	Метод скінченних елементів (TIN)	Використовує триангуляцію; висока точність локальних трансформацій

## 1.2. Вихідна геодезична основа для проектів землеустрою

Проектування та здійснення землеустрою неможливе без точного просторового орієнтування, для чого першочергове значення має наявність надійної геодезичної опори. Вихідна геодезична основа – це комплекс точок, закріплених на місцевості, що служать базою для подальших геодезичних вимірювань, створення картографічної продукції, розроблення планувальної документації, а також для виконання кадастрових і землевпорядних робіт. Вона становить собою систематизовану структуру геодезичних мереж різного призначення і точності, яка розбудовується за ієрархічним принципом – від найбільш точних фундаментальних точок до локальних згущень [15].

Основу цієї структури становить державна геодезична мережа, що охоплює територію країни і має на меті забезпечити єдину систему координат для всіх користувачів – державних, наукових, комерційних. Вона складається з ряду мереж, які класифікуються за рівнем точності та просторової щільності. Її найвищим рівнем є фундаментальна астрономо-геодезична мережа (ФАГМ), що формується методами космічної геодезії з надвисокою точністю визначення координат. Завдяки використанню технологій супутникового позиціонування,

положення пунктів ФАГМ у глобальній системі координат визначається з похибками, що не перевищують 10–15 см, а відносна точність між пунктами, розташованими на відстані до 1000 км, досягає значення не більше 1 см у плані та 3 см по висоті. Нормальні висоти таких точок визначаються методом геометричного нівелювання не нижче другого класу точності, що забезпечує їх придатність для вертикального орієнтування [8].

На базі ФАГМ формується наступний рівень – високоточна геодезична мережа (ВГМ), точки якої віддалені одна від одної на 150–300 км і забезпечують перенесення координатної системи на більшу частину території країни. Похибки у визначенні положення пунктів ВГМ стосовно ФАГМ зазвичай становлять не більше 2 см у плані та до 3 см у висоті. Наступним рівнем у побудові державної мережі є супутникова геодезична мережа першого класу (СГМ-1), яка створюється переважно в економічно активних районах і використовується для повноцінного впровадження супутникових методів у геодезичне забезпечення. Середня відстань між її пунктами становить 25–35 км, а точність координат у плані щодо ВГМ не перевищує 1 см. Висоти визначаються з використанням комбінованого підходу – GPS-вимірювань та нівелювання першого або другого класів.

Для розв’язання завдань на місцевому рівні та створення топографічної основи для масштабних зйомок створюються геодезичні мережі згущення третього і четвертого класів, а також астрономо-геодезичні мережі першого та другого класів. Вони забезпечують геодезичну опору в масштабах районів, окремих територіальних громад або конкретних об’єктів. Середня довжина сторін у мережах третього класу становить близько 6 км, а в мережах четвертого – 3 км. Відносна точність між суміжними пунктами, як правило, не перевищує 5 см, що є достатнім для виконання топографічних та землепорядних робіт. Усі ці мережі будуються із дотриманням єдиного координатного простору, що забезпечує їхню взаємну інтеграцію та сумісність з даними кадастрів і інших просторових інформаційних систем [19].

Особливе місце в системі геодезичного забезпечення проектів

землеустрою посідає опорна межова мережа (ОММ). Це спеціалізована геодезична мережа, що створюється в тих випадках, коли державна геодезична мережа не забезпечує потрібної щільності або точності. Основною її функцією є забезпечення кадастрових та землевпорядних процесів актуальними координатними даними. Вона дозволяє створити на території кадастрових одиниць єдину координатну базу для формування земельного кадастру, кадастру нерухомості, а також здійснення моніторингу і ведення земельно-інформаційних систем.

ОММ передбачає побудову двох рівнів мереж: першого (ОММ-1) та другого (ОММ-2) класів. У містах, де спостерігається висока щільність забудови та інфраструктурних об'єктів, застосовується мережа ОММ-1 з точністю взаємного розташування точок до 5 см. У сільських населених пунктах і на сільськогосподарських землях формується мережа ОММ-2 з допустимою похибкою 10 см. Такі мережі використовуються для точного визначення меж земельних ділянок, розміщення об'єктів нерухомого майна, актуалізації даних державного земельного кадастру, а також у процесах землеустрою з метою формування оптимальної системи землеволодіння [10].

Побудова ОММ здійснюється у кілька етапів: від проектування до складання каталогів координат. До ключових робіт належать розвідка та проектування майбутньої мережі, закладення центрів пунктів, проведення геодезичних вимірювань, обробка результатів, а також технічне документування. Центри пунктів повинні відповідати вимогам тривалого збереження на місцевості, бути стійкими до природних і антропогенних впливів, легкими у візуальному виявленні та придатними для багатократного використання у вимірюваннях.

Щільність розміщення точок ОММ встановлюється відповідно до вимог технічного проекту. Як правило, у межах міста на кожен квадратний кілометр має припадати не менше чотирьох пунктів, у межах сільських населених пунктів – щонайменше два, а на землях сільськогосподарського призначення щільність визначається залежно від потреб проектних робіт. Для невеликих сіл та

садівничих товариств мінімальна кількість точок – чотири на кожен населений пункт, що забезпечує достатню точність кадастрового забезпечення [14].

Таким чином, вихідна геодезична основа виконує ключову роль у процесі формування проєктів землеустрою, оскільки забезпечує єдність координатної системи, точність просторових вимірювань, правдивість даних про межі ділянок і достовірність кадастрової інформації. У зв'язку з цим, належне формування, оновлення і підтримання в актуальному стані геодезичних мереж усіх рівнів – від ФАГМ до ОММ – є необхідною передумовою ефективного і правового обґрунтування землевпорядної діяльності в Україні.

### **1.3. Використання картографічних матеріалів у землеустрої**

Масштабні перетворення в земельних відносинах, що відбуваються в Україні протягом останніх десятиліть, створили об'єктивну потребу у надійній, своєчасній і достовірній інформації про стан, використання та правовий режим земель. Джерелом такої інформації є державний земельний кадастр – складна багатокомпонентна система, що поєднує в собі просторові, правові, економічні, екологічні та інші відомості про землі країни. Необхідною передумовою створення цієї системи є наявність актуальних і високоточних картографічних матеріалів, які виконують функцію просторової основи для фіксації, аналізу та візуалізації земельної інформації.

Картографічні матеріали у сфері землеустрою виконують не лише допоміжну, а й системоутворювальну роль. Саме на їхній основі здійснюється визначення меж земельних ділянок, зонування територій, інвентаризація об'єктів нерухомості, оцінка земель, планування землекористування, проєктування землевпорядних заходів тощо. Вони забезпечують точну просторову прив'язку об'єктів кадастру, дозволяючи уникати суперечок між суміжними землекористувачами, оптимізувати планувальні рішення, а також підвищити прозорість земельних відносин [21].

Одним із базових видів картографічних джерел, що використовується у землеустрої, є кадастрові карти. Ці спеціалізовані картографічні твори

відображають межі земельних ділянок, їх площі, контури, цільове призначення, категорію земель, правовий статус, а також інформацію про обмеження у використанні. Цифрові кадастрові карти, що створюються в межах функціонування автоматизованої системи державного земельного кадастру, є не лише засобом візуалізації даних, а й активним інструментом управління територіями. Їхні геоінформаційні шари взаємодіють із базами даних, формуючи єдину інформаційно-аналітичну систему підтримки прийняття рішень у сфері земельних відносин.

Важливо зазначити, що створення кадастрових карт передбачає виконання широкого спектра топографо-геодезичних і картографічних робіт. Їх специфіка полягає у підвищених вимогах до точності фіксації координат межових точок, відповідності масштабів зображення кадастрових об'єктів, а також врахуванні локальних особливостей рельєфу та землекористування. Відповідно до діючих нормативів, межові знаки мають бути визначені з похибкою, яка не перевищує 10 см у містах загальнодержавного значення, 20 см – у містах районного підпорядкування та селищах, і 40 см – у сільських населених пунктах. Помилка взаємного розміщення суміжних точок межі не повинна перевищувати 0,1 мм у масштабі плану [28].

Особливу увагу при створенні картографічної основи приділяють вибору картографічної проєкції, яка повинна забезпечувати мінімізацію спотворень площ, довжин і кутів. У практиці кадастрового картографування в Україні традиційно використовується поперечно-циліндрична проєкція Гаусса–Крюгера, яка, однак, не повною мірою задовольняє вимогам високоточного просторового моделювання, особливо на межах зон. Альтернативні проєкції, зокрема проєкція UTM, знаходять дедалі ширше застосування у зв'язку із розвитком супутникових геодезичних технологій та геоінформаційних систем, що потребують глобального узгодження координат.

Вибір відповідної картографічної проєкції залежить від ряду факторів, таких як конфігурація картографованої території, масштаб і тематика карти, завдання користувача та допустимі межі картографічних спотворень. Для

кадастрових цілей, як правило, перевага надається конформним проєкціям, що забезпечують збереження кутів, оскільки це важливо для точного зображення межових поворотів. У разі потреби збереження площ земельних ділянок доцільним є використання рівновеликих або спеціально адаптованих проєкцій. Провідні фахівці та наукові установи, зокрема Науково-дослідний інститут геодезії і картографії, активно досліджують нові підходи до проєктування картографічної основи, здатної адекватно відобразити реальну конфігурацію кадастрових об'єктів з урахуванням кривизни земної поверхні [12].

Слід підкреслити, що цифрова кадастрова карта, на відміну від традиційної паперової, не залежить жорстко від масштабу. Вона дозволяє працювати з різними рівнями деталізації, забезпечує масштабування та накладання тематичних шарів, що відкриває нові можливості для аналітики. У середовищі ГІС цифрові картографічні матеріали стають активним компонентом, який не лише відображає просторову ситуацію, а й дозволяє моделювати варіанти розвитку території, здійснювати зонування, прогнозування та оцінку наслідків управлінських рішень.

В умовах активного впровадження супутникових технологій і високоточної геодезичної апаратури відбувається переосмислення підходів до оцінки точності кадастрових зйомок. Традиційні нормативи потребують коригування з урахуванням можливостей GNSS-вимірювань, лазерного сканування, використання БПЛА, що дозволяють отримувати дані з точністю до кількох сантиметрів. Такий прорив у технологіях вимагає відповідної адаптації методичних підходів до створення картографічної основи землеустрою [25].

Отже, сучасні картографічні матеріали виступають не просто ілюстративним елементом, а інтегрованим інструментом управління земельними ресурсами. Вони забезпечують просторову структурування земельного фонду, точне визначення меж ділянок, візуалізацію правових і функціональних характеристик територій. Ефективне використання картографічної інформації у землеустрої є основою для прозорого, економічно обґрунтованого та екологічно збалансованого використання земель, що має ключове значення для подальшого

розвитку аграрного сектору, урбанізованих територій та забезпечення сталого розвитку країни в цілому.

### **Висновки до першого розділу**

Проведений аналіз теоретичних та нормативних засад геодезичних робіт у сфері землеустрою засвідчив ключову роль просторових систем координат і вихідної геодезичної основи як фундаментальних елементів точного позиціонування, побудови планово-картографічної інформації та забезпечення юридичної визначеності меж земельних ділянок. У процесі становлення і розвитку геодезичного забезпечення в Україні сформувалися різні системи координат, зокрема СК-42, СК-63, а також сучасна державна система УСК-2000, яка, на відміну від попередніх, інтегрована до міжнародного координатного простору і дозволяє забезпечити високий рівень точності та сумісності даних у межах геоінформаційних систем і кадастрів.

СК-42 та СК-63 відіграли важливу роль у розвитку геодезії в період радянського господарювання, однак їх технічні характеристики та обмеження, зокрема неоднорідність мережі, застарілі методи побудови і відсутність сумісності з глобальними супутниковими системами, не відповідають сучасним вимогам до просторових даних. Перехід до УСК-2000, що спирається на еліпсоїд Красовського та балтійську систему висот, дозволив гармонізувати національну систему координат з глобальною ITRF2000, забезпечивши більш точне та надійне визначення координат об'єктів землеустрою.

Особливе значення в системі координат займають перетворення між різними системами – як емпіричні, так і неемпіричні. Такі трансформації забезпечуються низкою математичних методів, зокрема методом Гельмерта, афінними та поліноміальними перетвореннями, а також сучасними інструментами цифрової обробки геопросторової інформації. Вони є необхідними для інтеграції даних, створених у різних історичних координатних системах, у єдиному сучасному форматі.

Аналіз вихідної геодезичної основи, яка використовується у проектуванні

та реалізації землеустрою, свідчить про її багаторівневу організацію та відповідність принципам точності, стабільності та ієрархічної побудови. Починаючи від фундаментальних геодезичних пунктів (ФАГМ), через мережі високої точності (ВГМ, СГМ-1), до локальних мереж згущення та опорних межових мереж (ОММ), уся структура зорієнтована на забезпечення однаково надійної геодезичної опори як на державному, так і на місцевому рівнях. Кожен рівень мережі має своє функціональне призначення, обумовлене масштабом і характером виконуваних робіт, що дозволяє забезпечити ефективне геодезичне супроводження процесів землевпорядкування.

Зокрема, роль ОММ у кадастровій та землевпорядній практиці набуває особливого значення в умовах, коли щільність державної мережі є недостатньою. Її побудова передбачає високі вимоги до точності та стабільності закріплення пунктів, а також обов'язкову інтеграцію в загальнодержавну систему координат. Завдяки цьому забезпечується просторове узгодження межових точок, мінімізуються помилки при визначенні площ і конфігурації земельних ділянок, а також створюються умови для ефективного ведення Державного земельного кадастру та планувальних документів.

Отже, теоретико-нормативна база, що регламентує геодезичне забезпечення землеустрою, є складною, багаторівневою системою, яка постійно адаптується до потреб просторового планування, кадастрової діяльності та технічного прогресу. Подальший розвиток цієї системи має здійснюватися в напрямі цифровізації, інтеграції з ГІС-рішеннями та удосконалення координаційних механізмів між різними рівнями геодезичних мереж. Зміцнення нормативної основи та розширення використання сучасних супутникових технологій дозволить забезпечити ще вищий рівень точності та ефективності землеустрою в Україні.

## РОЗДІЛ 2. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ У ЗЕМЛЕУСТРОЇ

### 2.1. Технології виконання геодезичних робіт при землеустрої

Під час розроблення проєкту землеустрою щодо відведення земельної ділянки на підставі детального плану території мають бути реалізовані комплексні топографо-геодезичні заходи, які забезпечують точність просторового положення ділянки, її конфігурації та меж. Геодезичне забезпечення виконує функцію вихідної основи для визначення координат, підготовки графічної частини проєкту та формування обмінного файлу для державної реєстрації земельної ділянки. На підставі даних містобудівної документації, зокрема функціонального зонування, здійснюється прив'язка до місцевості, що потребує уточнення ситуації на місці [9].

Таблиця 2.1.

Основні етапи геодезичного забезпечення при розробленні проєкту землеустрою [складено автором]

№ з/п	Етап виконання робіт	Зміст робіт	Технології та засоби виконання
1	Підготовчий етап	Рекогностування території, визначення меж ділянки відповідно до ДПТ	Аналіз детального плану, візуальне обстеження, GPS-навігатор
2	Координатне забезпечення	Визначення системи координат, прив'язка до пунктів геодезичної мережі	GNSS-мережа «System.NET», система координат СК-63
3	Проведення польових вимірювань	Вимірювання координат точок меж ділянки з високою точністю	GNSS-приймачі, RTK-режим, мобільний інтернет
4	Формування поправок	Отримання коригувальних даних у режимі реального часу	Leica GNSS Spider, мережевий RTK
5	Обробка геоданих	Обчислення координат, трансформація у систему УСК-2000, створення топографічної основи	Програмне забезпечення Digitals
6	Створення цифрової моделі місцевості	Побудова графічної частини проєкту землеустрою на основі топографічної основи	Digitals, AutoCAD, ГІС-системи
7	Формування обмінного файлу	Підготовка XML-файлу з даними про земельну ділянку для державної реєстрації	Digitals, модуль XML-експорту

На початковому етапі має бути здійснено рекогностування території з метою перевірки відповідності фактичного стану ділянки даним детального плану. На основі результатів рекогностування визначається межа території, що підлягає зніманню, та складається схема організації геодезичних робіт. Координатне забезпечення виконується із застосуванням мережі постійно діючих GNSS-станцій «System.NET», яка забезпечує визначення координат у системі СК-63. Для потреб державного земельного кадастру передбачається трансформація координат у систему УСК-2000 з використанням відповідного програмного забезпечення [21].

Проведення геодезичних вимірювань доцільно здійснювати із застосуванням GNSS-приймачів у режимі RTK (Real Time Kinematic), що дозволяє визначати координати поворотних точок меж земельної ділянки з високою точністю. Формування поправок у реальному часі забезпечується мережею GNSS-станцій із використанням програмного комплексу Leica GNSS Spider. Доступ до серверу мережі здійснюється через мобільний інтернет-зв'язок, що дозволяє отримувати коригувальні дані безпосередньо під час виконання вимірювань. Технологія мережевого RTK забезпечує автоматичне визначення головної та допоміжних станцій залежно від просторового положення приймача, що підвищує точність вимірювань.

Результати польових вимірювань підлягають подальшій обробці з використанням програмного забезпечення Digitals, яке дозволяє здійснити обчислення координат, трансформацію у відповідну систему координат та побудову топографічної основи. Побудована цифрова модель місцевості у масштабі 1:500 включає контури забудови, елементи інженерної інфраструктури, природні об'єкти, межі суміжних ділянок, а також червоні лінії та інші регламентовані обмеження згідно з детальним планом території [24].

На основі отриманих даних виконується визначення проєктованих меж земельної ділянки з урахуванням містобудівних регламентів, обмежень у використанні земель, охоронних зон і відстаней до об'єктів інфраструктури. Проєктні межі мають відповідати затвердженому детальному плану території.

Графічна частина проєкту землеустрою формується з використанням геодезичної основи, зображуючи схему розташування ділянки, її межі, прилеглі об'єкти та ситуацію в межах кварталу забудови. Також створюється схема обмежень у використанні земель, що передбачає відображення санітарно-захисних, охоронних та інших зон, визначених чинним законодавством.

Для реєстрації земельної ділянки у Державному земельному кадастрі виконується формування обмінного файлу у форматі XML. Вказаний файл створюється із застосуванням функціоналу програмного забезпечення Digital, яке дозволяє автоматично заповнити структурні блоки, включаючи опис меж ділянки за координатами поворотних точок, цільове призначення, форму власності, площу, кадастрові номери суміжних ділянок тощо. XML-файл відповідає технічним вимогам, встановленим нормативно-правовими актами, і підлягає перевірці в процесі подання для державної реєстрації [31].

Таким чином, виконання геодезичних робіт у процесі розроблення проєкту землеустрою на основі детального плану території забезпечує високий рівень точності та відповідності просторових параметрів проєктованої ділянки вимогам чинного законодавства. Сучасні GNSS-технології та геоінформаційне програмне забезпечення формують ефективний інструментарій для інтеграції топографо-геодезичної інформації в систему державного управління земельними ресурсами. Забезпечення точності координат, повноти графічних матеріалів і коректного формування кадастрових даних є невід'ємною частиною процесу землеустрою, спрямованого на легітимне та раціональне використання земель.

## **2.2. Використання сучасних геодезичних приладів і програмного забезпечення**

У другій половині XX століття геодезичні інструменти почали стрімко еволюціонувати, що було зумовлено як потребами інженерних вишукувань, так і розвитком електроніки та обчислювальної техніки. Одним із ключових досягнень цього періоду стало впровадження електронних теодолітів – приладів, які зберігають усі функції традиційних оптичних теодолітів, але забезпечують

значно більшу точність, зручність у користуванні та інтеграцію з цифровими системами. Першою компанією, яка налагодила виробництво такої техніки, була Wild. Із початку 1990-х років електронні теодоліти почали поступово витісняти своїх оптичних попередників завдяки автоматизованим функціям та кодуванню шкал [19].

Таблиця 2.2.

## Сучасні геодезичні прилади і програмне забезпечення у землеустрої

Тип приладу / технології	Характеристика / особливості	Переваги	Сфера застосування
<b>Оптичні теодоліти</b>	Механічне відлічування кутів, візування через зорову трубу	Простота, надійність	Базові геодезичні роботи
<b>Електронні теодоліти (Wild, ETH 50, ДТ 102)</b>	Фотоелектричне зчитування, цифрове відображення кутів, компенсація похибок	Вища точність, цифрова індикація, зручність	Інженерна геодезія, будівництво
<b>Сучасні теодоліти (Leica T100, BUILDER)</b>	Електронні компенсатори, інтеграція з ПЗ, точність 5–9"	Програмна підтримка, універсальність	Будівництво, контроль деформацій, кадастр
<b>Електронні тахеометри</b>	Об'єднання функцій теодоліта і далекоміра, комп'ютерна обробка	Обчислення координат, площ, автоматизація	Топографія, геодезія, проєктування
<b>Цифрові нівеліри</b>	Автоматичне зчитування кодової рейки, вбудоване ПЗ	Точність, виключення людського чинника, автономність	Нівелювання, будівництво
<b>Геодезичне ПЗ (AutoCAD Civil 3D, Leica Geo Office, Trimble Access)</b>	Інтеграція з приладами, ГІС, САД, автоматизована обробка	Скорочення циклу обробки, точність документації	Землевпорядкування, містобудування
<b>GPS-приймачі (South Galaxy G1, Trimble R10, Leica GS18 T)</b>	RTK, підтримка GPS/GLONASS/Galileo/BeiDou, інерційні модулі	Точність до 1–2 см, швидкість, надійність	Кадастрові та топографічні зйомки
<b>GNSS-сервіси (NTRIP, Сітка103, Укргеоцентр)</b>	Базові станції, корекція сигналів у реальному часі	Висока точність без базової станції	Землевпорядкування, кадастр
<b>Мобільні додатки (FieldGenius, Trimble Mobile)</b>	Підключення до GNSS-приймача, робота через смартфон	Мобільність, мінімальне обладнання	Дрібні об'єкти, віддалені ділянки

Тип приладу / технології	Характеристика / особливості	Переваги	Сфера застосування
Manager)			
ГІС-системи (ArcGIS, QGIS, MapInfo)	Просторова візуалізація, обробка координат	Аналітика, візуалізація, зберігання	Кадастр, моніторинг, планування

Сучасні електронні теодоліти мають вдосконалені механічні й електронні компоненти: це і фотоелектричні системи зчитування, і цифрові дисплеї, і вбудовані процесори для обробки вимірювань. Наприклад, прилади типу Eth 50 або ДТ 102 забезпечують безперервне цифрове відлічування, мають ергономічні панелі керування та здатні автоматично враховувати похибки колімації, нахилу осі зорової труби або відхилення місця нуля. До того ж вони дозволяють виконувати такі операції, як переведення вертикальних кутів у відсотки, розмічування прямих кутів, встановлення початкового напрямку та інші стандартні задачі без потреби у зовнішніх обчисленнях.

Значною мірою ефективність геодезичних вимірювань у ХХІ столітті визначається рівнем інтеграції приладів із програмним забезпеченням. Пристрої серії Leica T100 і BUILDER, наприклад, не лише вимірюють кути з високою точністю (від 5 до 9 кутових секунд), але й мають електронні компенсатори та програмну підтримку для вирішення типових завдань. Це робить їх універсальними інструментами для інженерної геодезії, зокрема в будівництві, кадастрових зйомках, контролі деформацій та інших сферах [33].

Зі зростанням потреб у виконанні як кутових, так і лінійних вимірювань набули популярності тахеометри, що поєднують в собі функції теодоліта та далекоміра. Сучасні електронні тахеометри є повноцінними комп'ютеризованими станціями, які дозволяють не тільки проводити високоточні вимірювання, а й обробляти дані на місці. Тахеометри зберігають усі вимірювання у внутрішній пам'яті або на змінних носіях, а також автоматично виконують обчислення координат точок, площ, напрямків, кута розбивки кривих тощо. Завдяки цьому суттєво скорочується час на обробку результатів, а людський чинник у розрахунках практично усувається.



Рис. 2.1. Теодоліт Leica Builder T100 Bekas

Особливістю сучасних тахеометрів є можливість враховувати похибки приладу (наприклад, циклічну похибку далекоміра чи відхилення вертикальної осі) завдяки вбудованим двокоординатним компенсаторам та електронним рівням. Висока точність і швидкість таких пристроїв дозволяє створювати цифрові моделі місцевості, здійснювати контроль за деформаціями споруд, проводити топографічні знімання різного масштабу. При наявності інтегрованого або підключеного польового комп'ютера весь цикл – від вимірювання до створення картографічного продукту – може бути виконаний безпосередньо в полі.

Серед сучасних моделей тахеометрів, які активно застосовуються у геодезії для землеустрою, можна виокремити Leica TS16, що підтримує автоматичне наведення на ціль і має високу точність вимірювань; Trimble S5 – універсальний інструмент для топографічних та кадастрових робіт із можливістю дистанційного керування; Topcon GT-1000, який відзначається швидкістю наведення та стабільною роботою в умовах обмеженої видимості; а також Sokkia iX-503, який поєднує компактність і високу точність при виконанні інженерно-геодезичних вишукувань. Ці моделі дозволяють ефективно виконувати знімальні роботи, визначати межі земельних ділянок, вести

кадастрову документацію та створювати точну картографічну основу, що є критично важливим у процесі формування, оцінювання та планування використання земель [37].



Рис. 2.2. Тахеометр Sokkia iX-503

Окрему нішу у сфері геодезичного обладнання займають цифрові нівеліри – прилади нового покоління для визначення перевищень. Вони застосовують штрихові рейки з кодовою шкалою, які зчитуються автоматично за допомогою вбудованих сенсорів і процесорів. У разі цифрового нівелювання, точність та надійність результатів значно зростає, адже всі вимірювання усереднюються автоматично, а можливість допущення людської помилки практично виключена. Вбудоване програмне забезпечення дозволяє миттєво отримати значення висот точок, здійснити врівноваження ходу та зберегти результати у пам'яті пристрою або на зовнішньому носії [27].

Крім того, багато моделей дозволяють повертатися до перерваних нівелювань без втрати даних. Цифрові нівеліри можуть працювати в умовах польових експедицій до трьох діб на одному заряді батареї, що значно підвищує їхню автономність. У разі потреби користувач має змогу виконати традиційне

візуальне нівелювання, хоча точність у цьому випадку буде меншою. Загалом, застосування цифрових нівелірів дозволяє підвищити ефективність геодезичних вимірювань щонайменше на 50% порівняно з оптичними аналогами.



Рис. 2.3. Цифровий нівелір Sokkia SDL 50

Застосування сучасного програмного забезпечення відіграє вирішальну роль у підвищенні продуктивності геодезичних робіт. Більшість електронних приладів сумісні з професійними ГІС- і САД-системами, такими як AutoCAD Civil 3D, Leica Geo Office, Trimble Access, що дозволяє безпосередньо передавати виміряні дані у середовище проектування. Завдяки цьому забезпечується безперервний зв'язок між польовими вимірюваннями та офісною обробкою, а також автоматизується створення планів, схем, профілів та інших елементів просторового аналізу. Інструменти для зчитування, трансформації та аналізу геоданих, які інтегровані у сучасне ПЗ, значно скорочують цикл розроблення землевпорядної та містобудівної документації [35].

У сучасному землеустрої одним із ключових напрямів розвитку геодезичного забезпечення є широке впровадження супутникових навігаційних технологій, зокрема системи глобального позиціонування (GPS). Ця технологія дозволяє здійснювати вимірювання з високою точністю, оперативністю та ефективністю в будь-яких умовах, забезпечуючи надійність результатів, які є

основою для формування, зміни меж, інвентаризації чи об'єднання земельних ділянок.

Застосування GPS-обладнання в землеустрої передбачає використання спеціалізованих геодезичних приймачів, здатних приймати сигнали від кількох навігаційних супутників одночасно, що забезпечує високу точність координат. Залежно від типу роботи і необхідної точності застосовуються різні режими знімання: автономне позиціонування (Standalone), диференціальне (DGPS) та високоточне – у режимі статичному або RTK (Real-Time Kinematic). Саме останній варіант найбільш поширений у кадастрових та землевпорядних роботах, оскільки дає змогу в режимі реального часу досягати точності до 1–2 см, що повністю відповідає вимогам нормативно-технічної документації.

У процесі виконання землевпорядних робіт GPS використовується на всіх етапах: від складання проекту землеустрою до його реалізації на місцевості. Так, наприклад, при розробленні проекту землеустрою щодо відведення земельної ділянки геодезисти визначають координати поворотних точок меж ділянки за допомогою RTK-обладнання. Це дозволяє швидко й точно закріпити межі ділянки в натурі, а також одразу передати результати вимірювань у електронному вигляді до програмного забезпечення для створення кадастрових карт і планів.

Сучасні геодезичні приймачі (наприклад, South Galaxy G1, Trimble R10, Leica GS18 T) підтримують роботу з кількома навігаційними системами: GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou, що істотно підвищує кількість доступних супутників і, відповідно, якість позиціонування навіть у складних умовах – поблизу будівель, дерев або в умовах пересіченого рельєфу. Деякі моделі також обладнані інерційними модулями для компенсації нахилу віхи, що прискорює процес знімання та розширює можливості роботи в місцях, де встановлення віхи у вертикальному положенні ускладнене.

Одним із важливих елементів супутникових технологій є мережа базових станцій, яка забезпечує корекцію сигналу в режимі реального часу. В Україні для цього використовується, зокрема, мережа GNSS-сервісу «ЗахідГеоСервіс»,

«Сітка103», а також державна постійно діюча мережа референц-станцій «Укргеоцентр». Підключення до такої мережі через Інтернет (за протоколом NTRIP) дає змогу польовому приймачу отримувати поправки в реальному часі, що унеможливорює необхідність встановлення власної базової станції під час зйомки невеликих об'єктів.



Рис. 2.4. GNSS-приймач South Galax G1

У землеустрої GPS-системи використовуються не лише для визначення координат, а й для здійснення розбивочних робіт, встановлення меж земельних ділянок, інвентаризації земель, моніторингу використання територій, підготовки технічної документації на земельні ділянки. В умовах великої кількості об'єктів і зростаючих вимог до точності і швидкості виконання робіт GPS стає ключовим інструментом [32].

Крім цього, поєднання GPS із геоінформаційними системами (ГІС) створює широкі можливості для аналізу, візуалізації та збереження результатів вимірювань. Такі програмні продукти як ArcGIS, QGIS, MapInfo або спеціалізоване ПЗ типу CredoDAT, Digitals або Land Management System дозволяють автоматизувати процес обробки координат, створення кадастрових

планів, формування технічної документації.

Ще однією перевагою GPS у землевпорядкуванні є його інтеграція з мобільними додатками, які дозволяють проводити геодезичні роботи без громіздкого обладнання. Наприклад, за допомогою мобільного додатку Trimble Mobile Manager або FieldGenius for Android геодезист може здійснювати обміри з використанням смартфона, підключеного до GNSS-приймача через Bluetooth. Це значно підвищує мобільність та продуктивність праці, особливо при зніманнях дрібних або віддалених об'єктів.

Також важливою є можливість віддаленого контролю за виконанням робіт. Дані вимірювань можуть у режимі реального часу передаватися до хмарного сервісу або центрального офісу, де здійснюється контроль за якістю та повнотою знімання, що мінімізує ймовірність помилок та повторного виїзду на об'єкт [8].

Варто зазначити, що попри очевидні переваги GPS-технологій, їх використання вимагає дотримання низки умов для досягнення максимальної точності: врахування мультипутного ефекту, наявність відкритого горизонту, мінімізація електромагнітних завад, правильне калібрування обладнання. Крім того, для забезпечення юридичної сили результатів знімання, отримані координати повинні бути приведені до єдиної системи координат України – УСК-2000 або УСК-2010 [21].

У підсумку, впровадження GPS у практику геодезичного забезпечення землевпорядних робіт дозволяє не лише суттєво підвищити точність і швидкість виконання вимірювань, а й автоматизувати обробку результатів, підвищити надійність і зменшити витрати часу та ресурсів. Надалі ця технологія матиме ще більше значення з огляду на цифровізацію землеустрою, створення національної інфраструктури геопросторових даних та впровадження електронного кадастру.

У підсумку можна стверджувати, що розвиток електронних геодезичних приладів і програмного забезпечення суттєво вплинув на якість, точність і швидкість виконання вимірювальних робіт. Від ручних теодолітів і оптичних нівелірів галузь пройшла шлях до комплексних комп'ютеризованих систем, які не лише вимірюють, але й аналізують та візуалізують просторову інформацію.

Завдяки цьому сучасний землепорядник, інженер чи архітектор отримує надійний інструмент для ухвалення обґрунтованих технічних рішень у сфері просторового планування та управління територіями.

### **2.3. Аналіз точності та ефективності геодезичних вимірювань**

У сфері землеустрою точність є критично важливою характеристикою, оскільки саме від її рівня залежить коректність визначення меж земельних ділянок, інженерних споруд, а також точність візуалізації та картографічних матеріалів. Вимірювання, проведені з помилками, можуть призвести до значних правових та економічних наслідків, зокрема до суперечок щодо меж власності або невірному плануванню території. Для того, щоб визначити точність геодезичних вимірювань, існують певні стандарти, які дозволяють класифікувати роботи на основі допустимих похибок, а також вказують на необхідні технічні засоби для виконання вимірювань.

Геодезичні вимірювання здійснюються з урахуванням багатьох чинників, що можуть спричинити помилки. До основних джерел похибок можна віднести фізичні дефекти вимірювальних інструментів, зокрема, зміну довжини вимірювальних стрічок через коливання температури, а також людські фактори, серед яких непослідовність при роботі з інструментом або неправильне зчитування показань. Всі ці помилки можуть вплинути на точність вимірів, тому їх слід враховувати та мінімізувати через використання відповідних методів контролю та калібрування [27].

Для забезпечення необхідної точності вимірювань використовуються різні класи точності, які визначають рівень похибки, дозволений для конкретного виду робіт. Загалом, чим вищі вимоги до точності проекту, тим суворіші класи точності слід застосовувати. У землепорядних роботах часто розрізняють кілька класів точності, кожен з яких має свої вимоги. Наприклад, при визначенні меж земельних ділянок або кадастрових записах використовується високий клас точності, тоді як для попередніх досліджень або при плануванні майбутніх проектів допустимі деякі відхилення.

Класи точності геодезичних вимірювань зазвичай класифікуються за кількома рівнями, наприклад, на перший, другий, третій клас. Перший клас точності визначає найвищий рівень вимірювань і застосовується для дуже важливих і складних завдань, таких як створення геодезичних мереж або точне визначення координат у глобальних системах. Тут похибка вимірювань не перевищує кількох міліметрів. Другий клас точності зазвичай використовують для інженерних та будівельних робіт, де точність вимірів може допускати похибки в межах десятків міліметрів. Третій клас точності застосовується для загальних топографічних зйомок і картографування, де точність може коливатися до кількох сантиметрів [9].

Необхідний рівень точності залежить від типу та мети виконуваних робіт. Наприклад, для кадастрових і майнових досліджень потрібна висока точність, щоб уникнути юридичних проблем, тоді як для попередніх або рекогносцирувальних зйомок точність вимірювань може бути меншою. Розуміння того, який клас точності потрібен для кожного виду робіт, дозволяє обирати відповідні методи та інструменти, а також забезпечує успішну реалізацію проектів у галузі землеустрою.

Однією з основних проблем, які виникають під час геодезичних вимірювань, є помилки, пов'язані з технічними характеристиками інструментів. Використання застарілих або недоцільних інструментів може значно погіршити точність вимірювань, що в свою чергу впливає на результат проекту. Для досягнення високої точності необхідно використовувати сучасне геодезичне обладнання, таке як GPS-системи та лазерні сканери, які дозволяють зменшити похибки вимірів і прискорити процес виконання робіт [34].

Точність також має велике значення в контексті ефективності геодезичних вимірювань. Високоточні вимірювання дозволяють здійснювати точне планування земельних ділянок, підвищувати ефективність використання земельних ресурсів і мінімізувати витрати на корекцію помилок. Тому чим точніші геодезичні вимірювання, тим ефективнішим буде результат у контексті реалізації проекту землеустрою.

Технологічні досягнення останніх років значно покращили точність геодезичних вимірів. Введення в обіг новітніх технологій, таких як глобальна навігаційна супутникова система (GNSS), дало змогу геодезістам досягати точності, яку раніше вважали недосяжною. Завдяки цьому, геодезичні вимірювання стали швидшими, дешевшими і більш точними. Водночас, нові технології потребують висококваліфікованих спеціалістів, здатних працювати з таким обладнанням та правильно інтерпретувати отримані дані.

У контексті землеустрою система класифікації точності вимірювань є важливим інструментом, який дозволяє забезпечити відповідність робіт необхідним стандартам та вимогам. Залежно від складності місцевості, цілей проекту та вимог замовника, геодезисти обирають відповідний клас точності. Важливо зазначити, що точність вимірювань не повинна розглядатися ізольовано від інших аспектів проекту. Адже успіх земельного проекту залежить не лише від точності геодезичних вимірювань, але й від багатьох інших факторів, таких як ефективне використання ресурсів, часове планування та інженерна підготовка.

Враховання всіх аспектів точності та ефективності геодезичних вимірювань у процесі землеустрою дозволяє досягти найкращих результатів. Застосування правильних методів класифікації точності, вибір сучасного обладнання і точне планування етапів виконання робіт забезпечує не лише високу якість виконання проекту, але й забезпечує правову та економічну надійність результатів землеустрою [20].

Процес визначення класів точності в землеустрої включає кілька ключових етапів, кожен з яких має важливе значення для забезпечення коректності вимірювань і відповідності проектним вимогам. Спочатку необхідно чітко визначити цілі вимірювань, що впливають на вибір методу і класу точності. Це можуть бути різні завдання, зокрема геодезичні дослідження для проектування, зйомка топографії, або визначення координат і висот. Оскільки кожен вид вимірювань вимагає певної точності, на наступному етапі проводиться оцінка необхідного рівня точності, що залежить від вимог проекту та нормативних документів.

Далі потрібно обрати відповідні методи вимірювань і інструменти, зокрема геодезичні прилади, GNSS системи, лазерні далекоміри або інші сучасні технології, що забезпечують досягнення заданого рівня точності. Після цього здійснюється вибір класу точності, що визначається залежно від вимог проекту і з урахуванням існуючих стандартів. Важливо врахувати й фактори навколишнього середовища, що можуть впливати на результат вимірювань – наприклад, атмосферні умови, перешкоди на місцевості тощо. Завершальним етапом є документування вибору класу точності в технічній документації, що дозволяє забезпечити відповідність результатів стандартам [12].

Оцінка факторів, що впливають на клас точності, є важливим аспектом при визначенні точності вимірювань. На цей процес впливають різні чинники, серед яких ключовими є вимоги конкретного проекту, типи вимірів і бюджетні обмеження. Наприклад, проекти, пов'язані з будівництвом інженерних споруд, вимагають більш високої точності, ніж роботи, пов'язані з плануванням земельних ділянок. Тип вимірювань також грає важливу роль, оскільки для геодезичних робіт, що включають визначення координат, висот або відстаней, точність має бути максимальною. Крім того, навколишні умови, такі як погода або наявність природних або штучних перешкод, можуть суттєво вплинути на результати.

Класи точності, що використовуються в землеустрої, включають кілька категорій, кожна з яких відповідає певному рівню вимірювальної точності, необхідному для конкретних завдань. До основних класів точності відносяться:

Клас точності 1 – для найвищих вимог до точності, таких як будівництво гідротехнічних споруд, де точність вимірювань критично важлива для безпеки та стабільності.

Клас точності 2 – для високоточних робіт, таких як інженерно-геодезичні дослідження для забудови чи проектування інженерних об'єктів, де точність важлива, але не критична.

Клас точності 3 – для середніх вимірювань, як-от топографічні зйомки для будівництва промислових споруд чи доріг, де точність достатня для виконання

завдань, але не потребує найвищої точності.

Клас точності 4 – для більш простих вимірювань, таких як обміри земельних ділянок чи первинні топографічні зйомки, де точність не є ключовим фактором.

Таблиця 2.3.

Класи точності геодезичних вимірювань та їх застосування в землеустрої

Клас точності	Опис	Приклади застосування	Дозволена похибка
Клас 1	Найвищі вимоги до точності	Геодезичні мережі, точне визначення координат у глобальних системах	Менше кількох міліметрів
Клас 2	Висока точність для інженерних і будівельних робіт	Інженерно-геодезичні дослідження для забудови, проектування інженерних об'єктів	Похибка до десятків міліметрів
Клас 3	Середня точність	Топографічні зйомки для будівництва промислових споруд, доріг	Похибка до кількох сантиметрів
Клас 4	Прості вимірювання	Обміри земельних ділянок, первинні топографічні зйомки	Похибка до кількох сантиметрів або більше

Ці класи точності дозволяють визначити оптимальний рівень вимірювань для кожного конкретного проекту в залежності від його складності та умов виконання.

Аналіз точності геодезичних вимірювань є важливим етапом у процесі землеустрою, оскільки від цього безпосередньо залежить точність визначення меж земельних ділянок, проектування інженерних об'єктів і створення картографічних матеріалів. Використання класифікації точності дозволяє обрати відповідні методи і технічні засоби для виконання вимірювань, забезпечуючи таким чином високий рівень точності і зменшення помилок, що можуть призвести до юридичних або економічних наслідків. Застосування сучасного обладнання та правильний вибір класу точності дозволяють підвищити ефективність роботи та забезпечити успішну реалізацію проектів у сфері землеустрою [34].

## **Висновки до другого розділу**

У процесі виконання геодезичних робіт для розроблення проєкту землеустрою ключовою є реалізація комплексних топографо-геодезичних заходів, що забезпечують точність визначення меж земельної ділянки та її координат. Геодезичне забезпечення є необхідною складовою для створення точного графічного матеріалу проєкту, що відповідає вимогам чинного законодавства щодо реєстрації земель. Застосування сучасних геодезичних технологій, таких як GNSS-приймачі, RTK-режим, та програмне забезпечення, дозволяє досягти високої точності вимірювань, що є критичним для формування кадастрових даних і підготовки проєктної документації.

Ключовими етапами виконання геодезичних робіт є рекогностування території, визначення координатної системи, проведення польових вимірювань та обробка геоданих. Використання мереж GNSS-станцій і RTK-технологій гарантує високий рівень точності координат, що, у свою чергу, дозволяє точно прив'язати межі ділянки до місцевості. Створення цифрової моделі місцевості та формування обмінного файлу для державної реєстрації земельної ділянки забезпечують правильність і легітимність її реєстрації в Державному земельному кадастрі.

Подальший розвиток геодезичних технологій, зокрема використання сучасних приладів і програмного забезпечення, сприяє значному зростанню ефективності та точності геодезичних робіт. Застосування таких приладів, як електронні теодоліти, тахеометри, цифрові нівеліри та GPS-приймачі, дозволяє виконувати вимірювання з високою точністю, скорочуючи час обробки даних і зменшуючи ймовірність помилок. Інтеграція цих приладів з програмним забезпеченням, таким як AutoCAD Civil 3D та Leica Geo Office, значно покращує якість документації та пришвидшує обробку геоданих.

Завдяки сучасним геодезичним технологіям процес розробки проєкту землеустрою став більш точним і ефективним. Вони дозволяють не лише правильно визначати межі ділянки, а й забезпечити надійність та точність даних для державної реєстрації. Це є важливою складовою системи управління

земельними ресурсами та підвищує ефективність використання земель в рамках розвитку територій.

Аналіз точності геодезичних вимірювань в процесі землеустрою є важливим етапом, який безпосередньо впливає на точність визначення меж земельних ділянок, розробку проектів інженерних об'єктів та створення картографічних матеріалів. Точність вимірювань має критичне значення для забезпечення правової і економічної надійності результатів, адже помилки у вимірюваннях можуть призвести до значних суперечок, фінансових витрат та юридичних проблем.

Для забезпечення необхідної точності в геодезичних роботах використовуються класи точності, які дозволяють адаптувати методи вимірювань до конкретних вимог проекту. Кожен клас точності відповідає певному рівню похибки, який є допустимим для виконання різних завдань. Завдяки сучасним технологіям, таким як GPS-системи та лазерні сканери, точність вимірювань значно зросла, що дозволяє здійснювати роботи швидше, дешевше та з меншою кількістю помилок.

Ключовим фактором для досягнення високої точності є вибір відповідного інструменту та класу точності для кожного конкретного виду робіт. Важливо, щоб геодезисти враховували не лише технічні вимоги, але й зовнішні умови, такі як атмосферні явища або перешкоди на місцевості. Застосування сучасного обладнання в поєднанні з правильною методологією вимірювань дозволяє значно підвищити ефективність роботи та забезпечити успішну реалізацію проектів у сфері землеустрою.

Таким чином, забезпечення точності та ефективності геодезичних вимірювань є основою для досягнення високої якості земельних проектів. Вибір правильного класу точності, технологій і інструментів дає змогу мінімізувати помилки, підвищити ефективність використання земельних ресурсів і уникнути негативних юридичних та економічних наслідків.

## РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ У ПРОЕКТАХ ЗЕМЛЕУСТРОЮ

### 3.1. Загальна характеристика території дослідження

Село Колотії розташоване у західній частині Полтавської області й входить до складу Решетилівської міської територіальної громади Полтавського району. Географічно населений пункт розміщується в межах південної частини Придніпровської височини, яка характеризується хвилястим рівнинним рельєфом з незначними коливаннями висот. Село має вигідне розташування – лише за три кілометри на північний захід знаходиться місто Решетилівка, адміністративний центр громади. Це забезпечує мешканцям села зручне транспортне сполучення, доступ до соціальної, медичної й освітньої інфраструктури, а також сприяє формуванню приміської зони з активними соціально-економічними зв'язками.

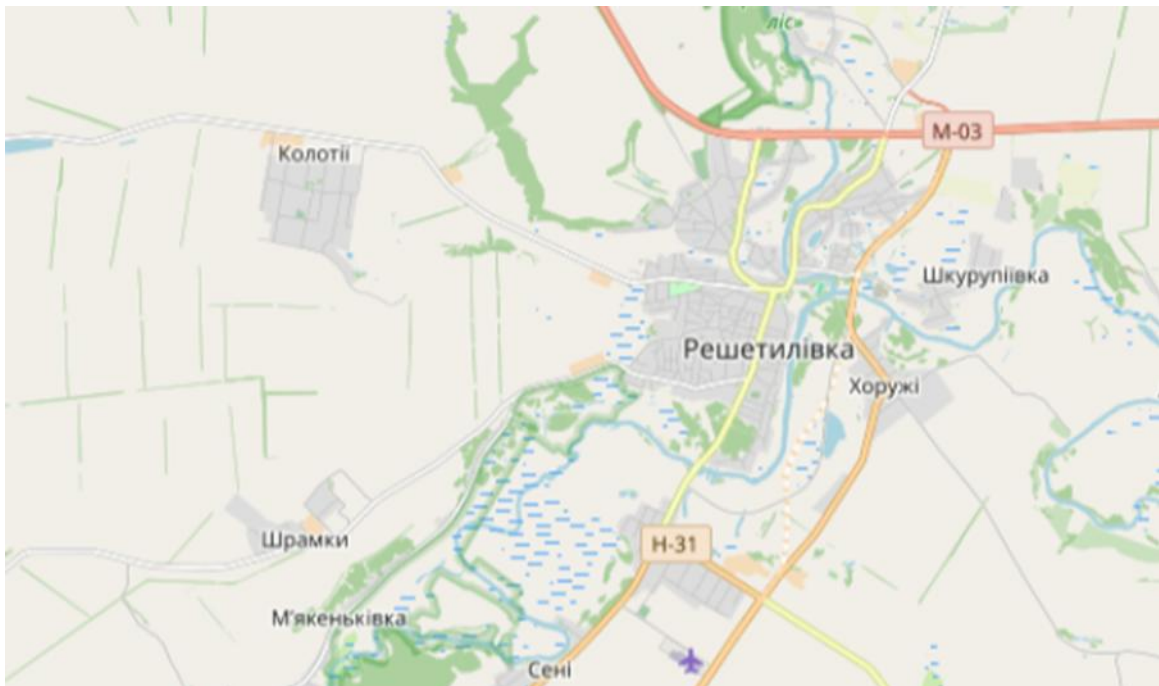


Рис. 3.1. Село Колотії на фрагменті карти Решетилівської ТГ

На південному та східному напрямках Колотії межують із селами Глибока Балка, Бакай, Слюсарі та Шрамки. Близькість цих населених пунктів формує локальну систему сільських поселень із спільними природними умовами,

господарськими зв'язками й частково – історичним розвитком. Через село протікає невеликий струмок, який у літній період зазвичай пересихає. Він має важливе локальне значення як елемент дренажної системи. На його руслі облаштовано загату, що утворює два ставки неподалік хутора Черкуни. Ці водні об'єкти мають рекреаційне, екологічне та побутове значення, а також слугують водопоєю для свійських тварин. Оскільки село не має значних природних водойм, зазначені ставки є важливою частиною місцевого водного балансу.

Територія села належить до зони помірно-континентального клімату з теплим літом і м'якою зимою. Середньорічна температура коливається в межах +7...+8 °С, опади переважно випадають у теплу пору року, що сприятливо для розвитку сільського господарства. Ґрунтовий покрив представлений переважно чорноземами, які вважаються одними з найродючіших у Європі, що створює сприятливі умови для вирощування зернових і технічних культур, а також для садівництва.

Через Колотії пролягає місцева автомобільна дорога, що з'єднує Решетилівку з селом Остап'є. Це покращує логістичну доступність села, дозволяє оперативно здійснювати пасажирські та вантажні перевезення, що позитивно впливає на економічну активність та мобільність населення. За даними перепису населення 2001 року, в селі проживало 465 осіб. З урахуванням загальнонаціональних демографічних тенденцій і міграційних процесів, чисельність населення на сьогодні ймовірно дещо зменшилася, але точні дані потребують оновлення за результатами наступного перепису.

Таким чином, село Колотії – типовий представник малих сільських поселень центральної України, із сприятливим природно-географічним середовищем, родючими ґрунтами, водними об'єктами локального значення та зручною близькістю до районного центру. Ці чинники формують основу для стабільного функціонування сільської місцевості з потенціалом для розвитку сільського господарства та приміського господарювання.

Проектована земельна ділянка, що розташована в межах території села Колотії Решетилівської міської територіальної громади Полтавського району

Полтавської області, призначена для ведення городництва. Вона належить до категорії земель сільськогосподарського призначення, а саме – до ріллі (код угідь 001.01), що підтверджує її придатність для обробітку та вирощування сільськогосподарських культур, переважно овочевої групи.



Рис. 3.2. Село Колотії на публічній кадастровій карті України [26]

Форма ділянки – багатокутник, що відповідає конфігурації існуючих меж використання земель на місцевості. Така геометрія забезпечує зручність поділу площі на окремі гряди, а також сприяє раціональному розміщенню елементів сільськогосподарської інфраструктури, зокрема тимчасових споруд, теплиць,

крапельного поливу тощо. Рельєф ділянки рівнинний, що значно полегшує проведення агротехнічних робіт, механізованого обробітку ґрунту і не потребує виконання додаткових заходів із планування поверхні.

Під'їзд до земельної ділянки здійснюється безпосередньо з існуючої дороги місцевого значення, що забезпечує доступ сільськогосподарської техніки та дає можливість ефективного транспортування продукції. На ділянці відсутні природні, правові чи інженерні обмеження, що дозволяє використовувати її вільно відповідно до визначеного цільового призначення без необхідності погодження додаткових умов чи обмежень.

У сукупності ці характеристики свідчать про високу придатність ділянки для організації городництва, створення особистого селянського господарства або ведення дрібного фермерського виробництва з перспективою його подальшого розвитку.

### **3.2. Виконання геодезичних вишукувань для проектів землеустрою та їх камеральна обробка**

Опис процедури виконання топографо-геодезичних робіт у межах розроблення проєкту землеустрою щодо відведення земельної ділянки для городництва в селі Колотії Решетилівської міської територіальної громади Полтавського району Полтавської області базується на дотриманні вимог чинного законодавства України, галузевих нормативних документів і сучасних технологій геодезичного забезпечення. Технічна документація із землеустрою була розроблена ФОП Голуб Іриною Анатоліївною, яка здійснила повний комплекс геодезичних і землевпорядних робіт, що передують внесенню інформації про ділянку до Державного земельного кадастру відповідно до Закону України «Про Державний земельний кадастр».

Виконання топографо-геодезичних робіт передбачало насамперед визначення меж ділянки на місцевості, формування планово-висотної основи, здійснення знімання ситуації та рельєфу, а також подальше формування цифрової моделі ділянки. З метою забезпечення високої точності при побудові

геодезичної мережі і зйомці меж земельної ділянки було використано GNSS-приймач Elnav i73 – сучасний польовий геодезичний інструмент, що забезпечує збір координат з високою просторовою точністю завдяки роботі у режимі реального часу (RTK). GNSS-приймач функціонував у складі Мережі System.NET, яка надає послуги коригувальних поправок через систему базових GNSS-станцій компанії «System Solution». Це дозволило отримати актуальні координати з точністю, необхідною для кадастрових вимірювань, і при цьому уникнути потреби встановлення власної базової станції.

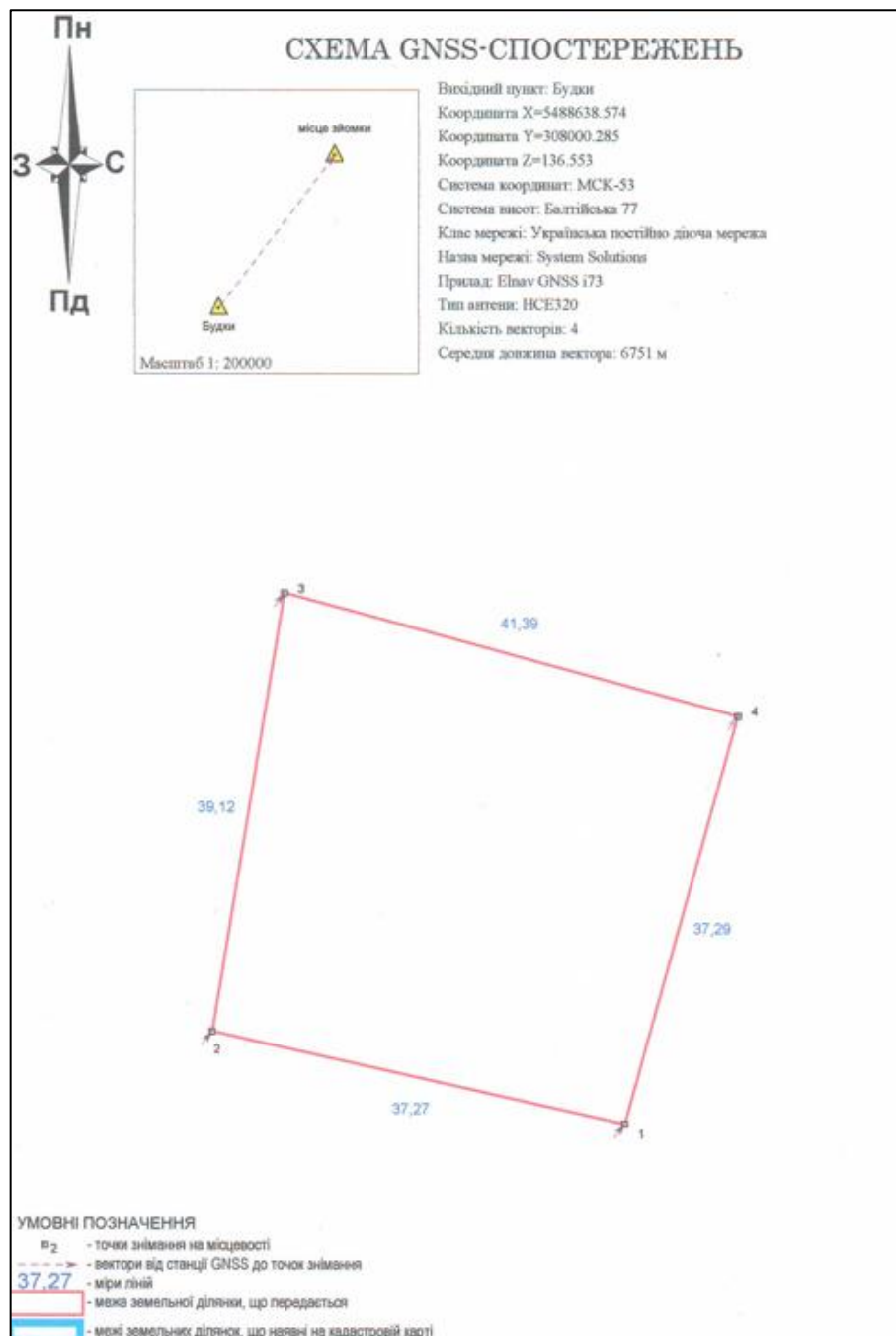


Рис. 3.3. Схема GNSS спостережень

У ході польових робіт було застосовано метод прямого РТК-спостереження, коли рухома станція приймача безпосередньо фіксувала положення точок ділянки в державній геодезичній системі координат УСК-2000. Перехід на УСК-2000 здійснювався автоматично через отримання корекцій від GNSS-мережі. Під час знімання застосовувався набір польових процедур, зокрема фіксація межових точок, поворотів контурів, точок характерної зміни рельєфу та меж існуючих доріг. Важливою частиною процесу була перевірка точності визначених координат, яка виконувалась за допомогою дублювання спостережень і наступного порівняльного аналізу результатів.

Таблиця 3.1.

## Відомість обчислення координат та оцінки їх точності

Вихідний пункт	Назва точки	dN (мм)	dE (мм)	Довжина вектора (мм)	Оцінка точності	X (м)	Y (м)
Будки	1	5381.570	4081.090	6738.082	5.4	5494000.146	312081.375
Будки	2	5398.710	4044.720	6722.617	5.2	5494008.285	312045.008
Будки	3	5397.320	4050.970	6754.244	4.9	5494046.898	312051.257
Будки	4	5397.540	4090.940	6772.682	5.1	5494036.117	312091.221

Таблиця 3.2.

## Відомість оброблення векторів

№ з/п	Назва (база-точка)	Відстань (м)	СКВ (м)	Тип рішення	Висота приладу (м)	Кілк. супутн.	X	Y
1	Будки-1	6738.082	0.027	фікс.	2.000	8	549400.146	312081.375
2	Будки-2	6722.617	0.027	фікс.	2.000	9	549408.285	312045.008
3	Будки-3	6757.244	0.019	фікс.	2.000	10	549424.898	312051.257
4	Будки-4	6772.662	0.021	фікс.	2.000	10	549436.117	312091.221

Таблиця 3.3.

## Відомість виразування площі земельної ділянки

№	Координати		Різниці		Добутки	
	X	Y	X(k-1) - X(k+1)	Y(k+1) - Y(k-1)	X* (Y(k+1) - Y(k-1))	Y* (X(k-1) - X(k+1))
1	5494000,146	312081,375	2,484	-0,736	-4043584,107456	775210,1355
2	5493997,662	312080,639	-5,399	-32,983	-181208524,885746	-1684923,369961
3	5494005,545	312048,392	-49,453	-24,155	-132707703,939475	-15431729,129576
4	5494047,115	312056,484	-33,487	46,389	254863351,617735	-10449835,479708
5	5494039,032	322094,781	10,998	34,737	190846433,854584	3432418,401438
6	5494036,117	312091,221	38,886	-13,406	-73653048,184502	12135979,219806
1	5494000,146	312081,375	35,971	-9,846	-54093925,437516	11225879,140125
Сума					2998,917624	2998,917624
Площа					0,1500 га	0,1500 га

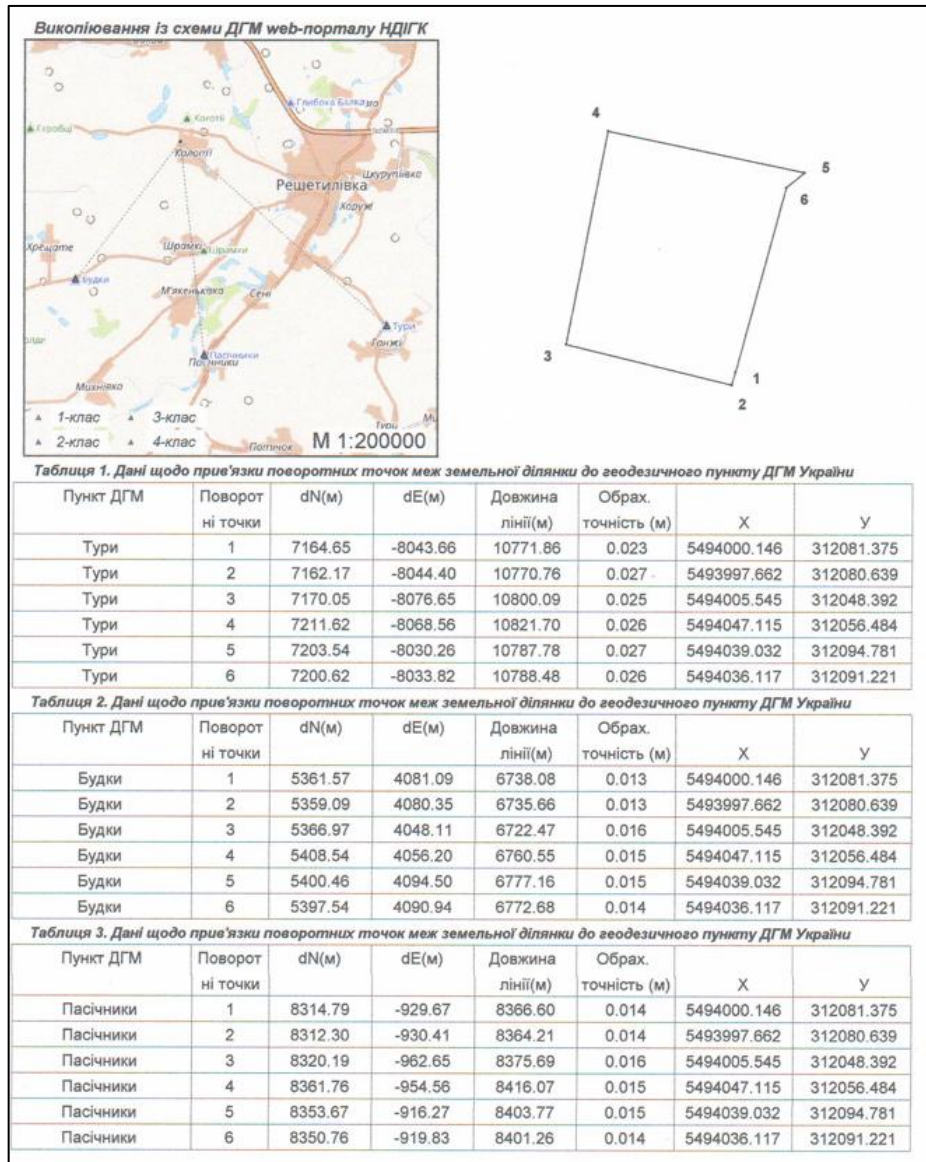


Рис. 3.4. Викопіювання із схеми ДГМ (портал НДІГК)

Крім координатного знімання, виконувалося тахеометричне знімання елементів місцевості, що вимагали уточнення – зокрема лінійних об'єктів, межі дорожнього покриття, наявних споруд, зрошувальних канал тощо. Тахеометричні вимірювання проводились у ручному режимі для забезпечення максимальної деталізації і відповідності топографічним вимогам. Усі дані були зведені до єдиного цифрового формату та інтегровані у геоінформаційну систему з використанням програмного забезпечення Didgtals, яке дозволило сформувати цифровий план ділянки, виконати побудову топографічної підоснови та провести векторизацію ситуації [36].

У подальшому, на основі зібраних даних було сформовано план земельпорядної документації, який включає контур земельної ділянки, її площу,



контроль конфігурації ділянки, перевірено її площу, відсутність накладання з іншими кадастровими об'єктами, а також підтверджено, що ділянка не входить до зон з обмеженнями у використанні, охоронних смуг, санітарних зон або територій з особливими умовами користування. Результати камерального етапу оформлено у вигляді технічного звіту, графічних матеріалів та кадастрових документів, що стали підставою для затвердження документації в установленому порядку.

У процесі розроблення технічної документації із землеустрою щодо відведення земельної ділянки для городництва в межах села Колотії було проведено GNSS-зйомку, яка стала ключовим етапом топографо-геодезичних робіт. Зйомка виконувалась із застосуванням сучасного GNSS-обладнання Elnav i73 у режимі RTK, що дозволило забезпечити високу просторову точність визначення координат межових точок у державній системі координат УСК-2000. Методологія виконання зйомки ґрунтувалася на принципі прямого визначення координат за допомогою коригувальних поправок, що надходили через мережу базових станцій System.NET. Це дало змогу не лише мінімізувати часові затрати на розгортання власної базової станції, а й суттєво підвищити оперативність робіт.

На польовому етапі зйомки GNSS-приймач використовувався для фіксації ключових точок контуру земельної ділянки, меж доріг, змін рельєфу та інших об'єктів, що мають значення для формування кадастрового плану. Особлива увага приділялась дотриманню процедур дублювання спостережень, що дало змогу здійснити внутрішній контроль точності. В ході зйомки було досягнуто середньоквадратичної помилки в межах 0.02–0.03 м, що цілком відповідає вимогам кадастрової точності, визначених нормативами.

Крім безпосередньої реєстрації координат, було виконано ретельну камеральну обробку отриманих результатів. Зокрема, здійснено трансформацію даних у єдину просторову систему, розраховано площу ділянки з використанням методу Гауса, а також перевірено конфігурацію на предмет самоперетинів і накладання на суміжні кадастрові об'єкти. В результаті було сформовано

цифрову модель ділянки, яка включає точні координати кутових точок, площу у 0.15 га та структурну інформацію про суміжні землекористування. Оброблені координати в подальшому було внесено до XML-файлу, придатного для подачі до Державного земельного кадастру.

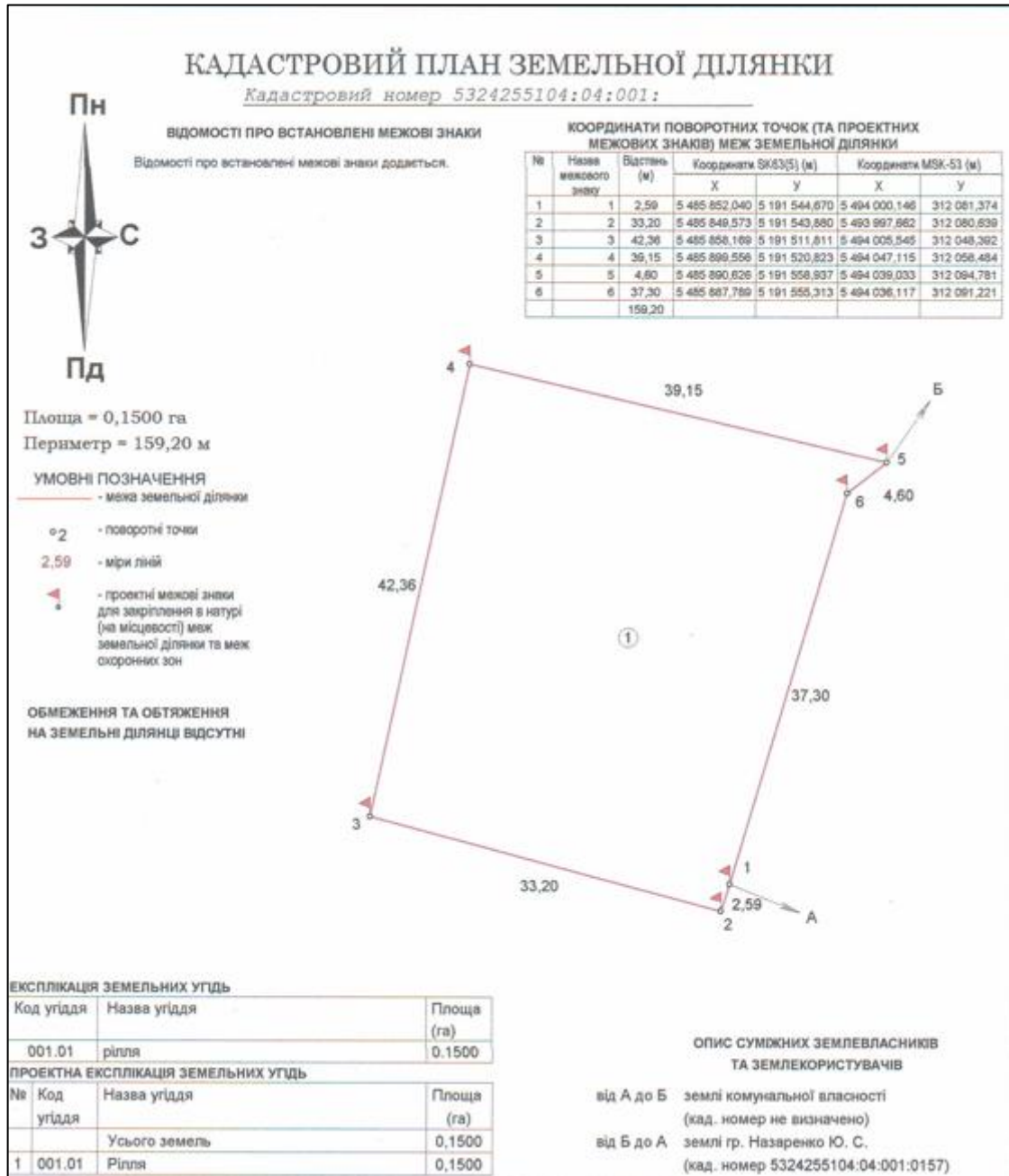


Рис. 3.6. Кадастровий план земельної ділянки

Критичний аспект проведення GNSS-зйомки полягав у необхідності врахування як фізико-географічних умов місцевості (відкритість горизонту, наявність перешкод для сигналу), так і технічної стабільності коригувальних поправок. У певні моменти фіксувалась втрата сигналу, однак завдяки наявності

достатньої кількості супутників (8–10 одночасно) та стабільній роботі приймача вдалося досягти високої якості вимірювань. Серед обмежень, виявлених у ході робіт, можна зазначити чутливість до локальних перешкод (дерева, споруди), що тимчасово знижували якість RTK-сигналу, але не вплинули критично на кінцеві результати.

Загалом, виконання GNSS-зйомки земельної ділянки в межах проекту відведення у селі Колотії засвідчило ефективність використання сучасного геодезичного обладнання, зокрема у поєднанні з хмарною інфраструктурою GNSS-мереж. Комплексний підхід до польових та камеральних робіт, дотримання нормативно-технічних вимог та професійна обробка результатів дозволили сформувати повноцінний масив просторових даних для подальшого внесення до Державного земельного кадастру без зауважень з боку контролюючих органів.

Таким чином, топографо-геодезичні роботи, виконані в межах підготовки проекту землеустрою щодо відведення земельної ділянки в селі Колотії для городництва, реалізовані із застосуванням сучасних GNSS-технологій, автоматизованих рішень і програмного забезпечення, що забезпечує точність, надійність та відповідність встановленим державним стандартам. Завдяки високому рівню технічного супроводу процес розроблення документації пройшов у стислий термін і з дотриманням усіх необхідних процедур, що є запорукою її подальшої юридичної чинності та практичного застосування.

### **Висновки до третього розділу**

Проведене дослідження на прикладі виконання геодезичних робіт для розроблення проекту землеустрою щодо відведення земельної ділянки в селі Колотії Решетилівської міської територіальної громади засвідчило актуальність і важливість сучасного геодезичного забезпечення в сфері землеустрою. Аналіз території дослідження показав, що село Колотії є типовим сільським поселенням центральної частини України з вигідним географічним розташуванням, сприятливими природно-кліматичними умовами, високою агровиробничою

потенцією ґрунтів і доступністю інфраструктури. Ці чинники створюють передумови для ефективного використання земельних ресурсів, зокрема для ведення городництва, як передбачено в межах досліджуваної земельної ділянки.

Зібрана та проаналізована інформація щодо фізико-географічних, кліматичних і соціально-економічних характеристик території дозволила комплексно оцінити передумови для організації раціонального землекористування. Встановлено, що земельна ділянка має сприятливе розташування, зручну форму, рівнинний рельєф, відсутність природних і інженерних обмежень, що в сукупності є визначальними чинниками для вибору її цільового призначення – ведення городництва.

Особливу увагу у практичному розділі приділено виконанню топографо-геодезичних вишукувань, які є обов'язковим етапом при підготовці технічної документації із землеустрою. Виконання цих робіт здійснювалось із застосуванням GNSS-технологій, зокрема використанням GNSS-приймача ElNav i73 у режимі RTK-спостережень з підключенням до базової мережі System.NET. Такий підхід дозволив досягти високої точності координатно-просторового визначення меж ділянки відповідно до вимог кадастрових нормативів. Застосування сучасного геодезичного обладнання дозволило суттєво скоротити часові витрати, уникнути похибок, пов'язаних із прив'язкою до локальних геодезичних мереж, та забезпечити відповідність результатів вимірювань координатній системі УСК-2000.

Польові вимірювання супроводжувались камеральною обробкою отриманих даних, зокрема виконанням обчислення координат, оцінки точності, побудови векторної мережі, а також виразування площі земельної ділянки. Отримані показники точності свідчать про високу достовірність та придатність виконаних геодезичних робіт для використання в офіційному кадастровому обліку. Усі роботи виконано відповідно до чинного законодавства, зокрема з урахуванням вимог Закону України «Про Державний земельний кадастр», а також нормативних документів у сфері топографо-геодезичного забезпечення.

Таким чином, результати розділу дозволяють зробити висновок, що якісне

геодезичне забезпечення є критичним компонентом проектування землеустрою. Його ефективне виконання забезпечує правомірність оформлення документації, точність відображення земельної ділянки в кадастрі, знижує ризики спорів щодо меж і створює передумови для подальшого сталого використання земель. На прикладі села Колотії наочно продемонстровано, що використання сучасних геодезичних технологій не лише підвищує ефективність робіт, а й дозволяє реалізувати потенціал території для розвитку особистого селянського господарства чи дрібного фермерства відповідно до реальних умов місцевості.

## ВИСНОВКИ

Проведене дослідження дозволило всебічно проаналізувати теоретичні, нормативні, технічні й практичні аспекти геодезичного забезпечення землеустрою як складового елемента системи управління земельними ресурсами. На основі опрацювання наукових джерел, законодавчої бази та практичних матеріалів проєкту землеустрою щодо відведення земельної ділянки для городництва у селі Колотії Полтавської області встановлено, що геодезичні роботи становлять фундамент просторового планування, є запорукою точності координатного опису об'єктів та необхідною умовою правової визначеності земельних відносин.

У першому розділі обґрунтовано, що геодезичне забезпечення неможливе без розуміння основних елементів просторової прив'язки. Аналіз сучасних систем координат, таких як УСК-2000, підтвердив, що саме їх використання є критично важливим для уніфікації кадастрових та інженерно-геодезичних баз даних. Детально досліджено роль вихідної геодезичної основи, зокрема пунктів ДГМ, як носіїв координатної системи на місцевості. Показано, що від точності та стабільності цих пунктів залежить достовірність усіх подальших зніманих. Окрема увага була приділена використанню картографічних матеріалів у проєктах землеустрою. Встановлено, що традиційні топографічні плани, кадастрові карти та ортофотоплани, попри свою обмежену деталізацію, залишаються важливими джерелами фонові інформації, а їх інтеграція з сучасними цифровими моделями рельєфу дозволяє сформувати комплексне просторове уявлення про територію.

Другий розділ роботи поглибив розуміння інструментального й технологічного боку геодезичних робіт у землеустрої. Було з'ясовано, що ключовим чинником ефективного збору даних є застосування сучасних GNSS-систем, електронних тахеометрів і мобільних ГІС-технологій. Вивчення програмного забезпечення, такого як AutoCAD Civil 3D, ArcGIS та ін., показало високий рівень автоматизації, зменшення впливу людського фактору та підвищення швидкості камеральної обробки. Особливо важливим є те, що ці

інструменти забезпечують високоточну інтеграцію геодезичних даних у просторові моделі, які можуть бути безпосередньо використані в кадастровій системі. Проведений аналіз точності вимірювань підтвердив, що якісне калібрування приладів, застосування методик подвійного знімання та корекцій у режимі RTK дозволяє досягти субдециметрової точності, що є достатнім для потреб землеустрою, включаючи проекти поділу та об'єднання ділянок, встановлення меж, інвентаризації тощо.

У третьому розділі на основі реального прикладу – документації із землеустрою щодо відведення земельної ділянки у с. Колотії – реалізовано практичне застосування отриманих теоретичних і методичних знань. Проаналізовано послідовність етапів геодезичних робіт: підготовка, польові вимірювання, обробка результатів, побудова планово-висотної основи, формування координат меж земельної ділянки, камеральна обробка матеріалів. Встановлено, що дотримання нормативних вимог (зокрема, ДСТУ та інструкцій Держгеокадастру) дозволяє забезпечити юридичну чинність результатів. Камеральна обробка з використанням спеціалізованого ПЗ надала змогу створити точну графічну частину проекту, включаючи координатну таблицю, креслення, вкопіювання з кадастрової карти та план меж земельної ділянки. У результаті виконання всіх етапів було підготовлено повноцінну технічну документацію, придатну до подальшого погодження, внесення до кадастру та реєстрації прав.

Загалом дослідження підтвердило гіпотезу про те, що ефективність проектів землеустрою значною мірою залежить від рівня організації геодезичних робіт, технічного оснащення та фахової підготовки виконавців. У контексті сучасних викликів, пов'язаних із відновленням територій України, просторовим плануванням громад та переходом до цифрових моделей управління землею, роль геодезії не лише не зменшується, а й посилюється. Саме геодезичні вишукування є першим і визначальним кроком у системі документації просторових трансформацій, які лежать в основі управління, розвитку і планування територій.

Водночас результати дослідження засвідчили потребу подальшого удосконалення нормативно-правової бази геодезичних робіт. Наявність неузгодженостей між окремими актами, застарілі стандарти, обмеженість доступу до офіційних геоданих – усе це стримує розвиток галузі. Також виявлено значну потребу в цифровій трансформації як державного земельного кадастру, так і всієї системи землеустрою, що включає інтеграцію відкритих даних, підключення до геопорталів та розширення можливостей інтеоперабельності між системами. Усе це формує перспективи подальших досліджень, спрямованих на оптимізацію геодезичного забезпечення землеустрою у контексті розвитку геоінформаційної інфраструктури держави.

Отже, дипломна робота реалізувала поставлену мету, розкрила ключові аспекти організації та виконання геодезичних робіт у системі землеустрою, засвідчила їх визначальну роль у забезпеченні просторової достовірності проєктної документації, а також надала обґрунтовані пропозиції для подальшого розвитку галузі в умовах цифровізації та відновлення України.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про землеустрій: Закон України від 22.05.2003 № 858-IV. Відомості Верховної Ради України. 2003. № 36. ст. 282.
2. Про державний земельний кадастр: Закон України. Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/3613-17>
3. Про регулювання містобудівної діяльності: Закон України. Відомості Верховної Ради України. 2011. № 34. ст. 343.
4. Про оцінку земель: закон України. Відомості Верховної Ради України. 2004. № 15. ст. 229.
5. Про державну експертизу землевпорядної документації: Закон України Відомості Верховної Ради України. 2004. № 38. ст. 471.
6. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України «Про затвердження Порядку використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою» від 02 грудня 2016 року № 509. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1646-16#Texti>
7. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України «Про затвердження технічних вимог до геопросторових даних, метаданих і геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних» від 10.11.2021 р. № 347 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0021-22#n8>
8. Барановський В. Д., Карпінський Ю. О., Кучер О. В., Лященко А. А. Топографо-геодезичне та картографічне забезпечення ведення державного земельного кадастру. Системи координат і картографічні проєкції. К.: НДІГК, 2009. 96 с.
9. Барановський В. Д., Карпінський Ю. О., Лященко А.А. Топографогеодезичне та картографічне забезпечення ведення державного земельного кадастру. Визначення площ територій. К.: НДІГК. 2009. 92 с.
10. Богіра М. С. Ярмолук В. І. Землевпорядне проектування: теоретичні основи і територіальний землеустрій : навч. посіб. К.: Аграрна освіта, 2011. 416 с.
11. Боровий, В. О., Бурачек, В. Г., Нисторьяк, І. О. Ще раз до точності

визначення площ земельних ділянок. Вісник Криворізького національного університету, 2012. Вип. 33, с. 264–268.

12. Бутенко Є. В., Купріянич І. П. Геодезичні роботи у землеустрої : навч. посіб. Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. К. : Медінформ, 2012. 303 с.

13. Віват А. Й. Удосконалення геодезичних методів підвищення точності вимірювань в інженерно-геодезичних роботах : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.24.01. Нац. ун-т «Львів. політехніка». Львів, 2023. 25 с.

14. Геодезичні роботи в землевпорядкуванні : навч. посіб. / Чернів. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича ; уклад. М. П. Ранський. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2011. 92 с.

15. Гудз І. М. Основи математичної картографії : навч. посіб. М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2021. 503 с.

16. Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру. <http://land.gov.ua/usi-novyny.html>

17. Домашенко Г. Т., Міхно П. Б., Артамонов В. В., Рудоман Ю. А. Особливості застосування експертних оцінок для стратегічної екологічної оцінки генеральних планів населених пунктів. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Том 30 (69). № 6. 2019. С. 208–214.

18. Земельні відносини в Україні. Організаційно-правовий механізм. Заг.ред. д.е.н. А.С. Даниленка. Київ: КІС, 2009. 128 с.

19. Землевпорядкування та землеустрої: нормативно- правові акти та роз'яснення / ред. М. С. Головатюк. 2-е вид., доп. та перероб. К. : Паливода А. В., 2008. 279 с.

20. Землеустрої : практичний посібник / упоряд. А. В. Григоренко. К. : Центр учбової літератури, 2016. 493 с.

21. Карпінський, Ю. О. Системотехнічні аспекти формування топологічного земельно-кадастрового покриття. Вісник геодезії та картографії,

2015. № 5-6, С. 62-68.

22. Котик З. О. Топографо-геодезичні роботи в землеустрої і кадастрі: конспект лекцій. Нац. ун-т «Львів. політехніка». Л. : Растр-7, 2013. 75 с.

23. Котик З. О. Топографо-геодезичні роботи при землевпорядних вишукуваннях : конспект лекцій : навч. посіб. Нац. ун-т «Львів. політехніка». Львів : Растр-7, 2018. 30 с.

24. Перович Л. М., Сай В. М., Маланчук М. С. Теоретичні засади землеустрою. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2015. 236 с. Ранський М. П. Геодезичні роботи в землевпорядкуванні : метод. посібник до виконання лаб. Робіт. Чернівецький національний ун-т ім. Юрія Федьковича. Чернівці : Рута, 2007. 60 с.

25. Практикум з геодезичних робіт у землеустрої : навч. посіб. для підгот. фахівців ОКР «бакалавр» напряму 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій» у ВНЗ II-IV рівнів акредитації М-ва аграр. політики та продовольства України. Львів : СПОЛОМ, 2014. 300 с.

26. Публічна кадастрова карта України.  
<http://map.dazru.gov.ua/kadastrova-karta>

27. Ратушняк Г. С., Лялюк О. Г. Геодезичні роботи в будівництві : навч. посібник для студ. напряму підготовки «Будівництво». Вінницький національний технічний ун-т. Вінниця : ВНТУ, 2008. 182 с.

28. Рябчій В. А., Рябчій В. В. Землевпорядні вишукування у містах : навч. посіб.; Нац. гірн. ун-т. Дніпро: НГУ, 2014. 165 с.

29. Толчевська О. Є., Коняєв Ю. Г. ГІС технології у землеустрої. Екологічна безпека природокористування. 2014. Вип. 14. С. 168–179.

30. Трегуб М. В. Формування просторової інформації для державного земельного кадастру: монографія. М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. Дніпро : НГУ, 2014. 136 с.

31. Третяк А. М., Дорош Й. М., Третяк Р. А., Лобунько Ю. В. Землевпорядний процес : навчальний посібник. Херсон : Олді-плюс, 2018. 276 с.

32. Третяк А. М., Другак В. М., Третяк Р. А., Гунько Л. А.

Землевпорядне проектування: еколого-ландшафтне землевпорядкування сільськогосподарських підприємств: Навч. посіб. К.: Аграрна наука, 2007. 120 с.

33. Фис М., Губар Ю., Бريدун, А., Согор, А. Порівняння та оцінка точності методів визначення площ земельних ділянок. Технічні науки та технології, 2023. № 2 (32), С. 363–378.

34. Шевчук С. М., Домашенко Г. Т., Куришко Р. В. Геодезичний моніторинг при розробці комплексних планів просторового розвитку. Географія та туризм : науковий журнал / ред. кол. Запотоцький С. П. та ін. К. Альфа-ПК, 2024. Вип. 75. С. 40–47.

35. Шевчук С. М., Домашенко Г. Т., Рожі Т. А. Сучасні методи геодезичного картографування територій: використання GPS та ГНСС технологій. Просторовий розвиток. КНУБА. 2024. Вип. 8. С. 506–517.

36. Шикова Л. В. Геоінформаційні системи в землеустрої. Інформація та соціум. 2022. С. 71-73.

37. Udovenko I.O., Reznik N.P., Kyselov Iu.O., Shemiakin M.V., Domashenko H.T., Kononenko S.I. Land inventory based methods of GIS technologies use. International Journal of Advanced Science and Technology, v. 29, № 8s 2020 (Special issue). P. 2566–2573.